

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Biologia Animal



Avaliação do consumo e disponibilidade alimentar como potenciais fatores condicionantes da ocorrência e condição do cavalo-marinho de focinho comprido, *Hippocampus guttulatus*, na Ria Formosa

Dissertação

Mestrado em Ecologia Marinha

Joana Gabriela do Paço Teixeira

Dissertação orientada por:
Professor Doutor Pedro Andrade
Professor Doutor José Paula

2015

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus orientadores da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o Professor Doutor José Paula e da Universidade do Algarve o Professor Doutor Pedro Andrade por aceitarem ser meus orientadores e por todo o apoio prestado no decorrer da realização da dissertação de mestrado. Também ao Doutor Jorge Palma e ao Doutor Miguel Correia por todo o apoio que me prestaram no decorrer da parte prática e da escrita.

À Professora Doutora Isabel Domingues Diretora do Mestrado de Ecologia Marinha da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Ao Centro de Ciências do Mar (CCMAR), nomeadamente a estação do Ramalhete onde se realizou uma parte da experiência de cativeiro onde se encontravam os cavalos-marinhos nos tanques. À Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde foi possível realizar no Laboratório de Ecologia Marinha, a análise das amostras de presas capturadas em meio natural.

À Professora Doutora Alexandra Chícharo da Universidade do Algarve pela cedência de artigos científicos sobre as espécies de misidáceos estudados.

À minha família por todo o apoio emocional prestado no decorrer deste trabalho e pela força nos momentos mais difíceis.

A todos os meus amigos de Lisboa, do Algarve e das Ilhas, pela ajuda na parte escrita da dissertação, pelo apoio emocional e pelo incentivo para continuar.

Resumo

O cavalo-marinho de focinho comprido (*Hippocampus guttulatus*) é uma espécie típica de climas temperados, incluindo o mar Mediterrâneo, e a sua maior população encontra-se no sul de Portugal, nomeadamente na Ria Formosa.

Devido à sua elevada população, eram referidos como associados a habitats de ervas marinhas, mas manifestam presentemente preferência as macroalgas do género *Codium* sp., nas quais se prendem com a sua cauda preênsil que os protege das fortes correntes.

Apresentando uma biologia muito particular (cuidados parentais elevados, fracos nadadores, etc.) sofrem múltiplas ameaças presentes nos seus habitats, tanto de origem natural como antropogénica, estando classificados como “data deficient/informação suficiente pela IUCN, 2014.

Durante todo o seu ciclo de vida, a alimentação de *Hippocampus guttulatus* é constituída principalmente por crustáceos. Na fase inicial da vida, alimentam-se de presas de pequenas dimensões, frequentemente copépodes. Posteriormente, passam a ingerir presas de maior tamanho, onde se incluem, por exemplo, anfípodes, misidáceos e pequenos camarões. Apesar do seu aparente e normal comportamento passivo, os cavalos-marinhos são predadores ativos com a capacidade e necessidade de ingerir volumes significativos de alimento, que atingem valores maiores nas suas primeiras semanas de vida.

No entanto, a conjugação entre o comportamento de escolha de habitat e sua ecologia alimentar fazem com que habitem áreas específicas da Ria Formosa, nas quais ocorrem em maior número e condicionaram o alimento disponível.

Deste modo e com a realização deste trabalho, pretende-se avaliar em ambiente controlado (cativeiro) o consumo diário de alimento pelos cavalos-marinhos *Hippocampus guttulatus*, e a forma como o consumo afeta o seu índice de condição física. O trabalho envolveu a comparação com a condição física de cavalos-marinhos de três locais de meio natural: Culatra

(Local 1), Bóia (Local 2) e Remanço (Local 3), relacionando-a com a disponibilidade de presas presentes em cada local.

O trabalho de campo foi realizado no período de início de Outono (Outubro de 2014). A experiência em cativeiro foi realizada nos meses de Março e Abril de 2015, com o objetivo de aferir e avaliar a quantidade de alimento necessário para a manutenção de uma condição física ótima, informação essa que foi comparada com a informação recolhida em ambiente natural. Os cavalos-marinhos foram medidos e pesados semanalmente de forma a avaliar a evolução do seu peso e crescimento em função do alimento que lhes era fornecido. Este alimento foi contabilizado diariamente.

Com os dados provenientes das medições do comprimento, os indivíduos foram classificados como pequenos e grandes, informação essa relacionada com o consumo diário de misidáceos de que ambas as classes se alimentavam, sendo que, como expectável, os pequenos comeram menos e os grandes mais. Esta informação também foi relacionada com o Índice de consumo alimentar (FCR) e a Taxa de Crescimento Específica (SGR) dos cavalos-marinhos.

Por fim e através dos dados resultantes das medições de peso e comprimento foi calculado o índice de condição física de todos os cavalos-marinhos de cativeiro e procedeu-se à comparação com os índices de condição física dos cavalos-marinhos de meio natural. No geral, os cavalos-marinhos de meio natural apresentaram uma condição física melhor que os de cativeiro, com algumas variações entre os locais amostrados, o que será devido a diferenças na abundância de presas e nas estruturas de fixação disponíveis, essenciais à estabilização destes peixes nas correntes oceânicas.

Sendo assim e como os cavalos-marinhos se encontram em estado de vulnerabilidade na Ria Formosa, este estudo poderá contribuir para a conservação das suas populações no futuro e criar em cativeiro as boas condições que o meio natural lhes proporciona.

Palavras-chave: *Hippocampus guttulatus*; Índice de condição física; Abundância de presas; Cativeiro; Ria Formosa.

Abstract

The seahorse long snout (*Hippocampus guttulatus*) is typical specie of temperate climes, such as Mediterranean, and whose biggest population is located in South of Portugal, in Ria Formosa.

Due to its high population, they were associated to seagrass habitats, although they are also showing preference in macroalgae of the type *Codium* sp., in which they attach themselves with their prehensile tail to be protected from the strong ocean currents.

They present a very particularly biology (parenthood caring, weak swimmers and so on) and for this reason they suffer a large number of menaces in their own habitats, not only from natural source, but also by human. They are classified as “data deficient” by the IUCN, 2014.

Through their life cycle, the eating of *Hippocampus guttulatus* is made up of crustaceans. However, in their initial life, they feed themselves with small preys, most of them copepod. Afterwards, they begin to take bigger preys, for instance, amphipods, mysids and small shrimps. Apparently they are a very pacific animal, but they are actually active hunters and they have the ability and the necessity of eating great volumes of food, which become even bigger in their first weeks of life.

Nevertheless, the combination between their behaviour and they eating ecology makes possible the existence of several species, which also can diminishes the food available.

This work aims to evaluate in a controlled environment (Captivity) the daily consumption made by the seahorses *Hippocampus guttulatus*, and the way it affects their physical condition. The work has involved the cooperation with the seahorses’ physical condition in three different natural spots: Culatra (Spot 1), Bóia (Spot 2) and Remanço (Spot 3). They were all related with the availability of the preys nowadays.

The fieldwork was made in the beginning of October 2014. The captivity experience was made between March and April 2015 and it aimed to evaluate the necessary maintenance of eating in order to keep the seahorses in their best shape. This information was compared to the ones who lived in their natural environment. The seahorses were measured and weighted weekly so it became possible to register their evolution according to the food they were eating. The eating was controlled daily.

With this data from length, all the individuals were classified as small and big, depending on their daily eating of mysids both species were getting. The expected happened: the little ones ate less and the big ones more. This information was also related with the Food Conversion Rate (FCR) and the Specific Growth Rate (SGR) of the seahorses.

Finally, resuming the data from the measures length and weight, it was calculated the rate of the physical condition of all captivity and the natural environment seahorses. In general, the natural environment seahorses present a much better physical condition than the ones kept in captivity. It also showed some variety among the places tested, due to the different abundance of prey and holdfasts to be fixed, which are essential to the stability of these fishes in the oceanic currents.

The seahorses are in a state of vulnerability in Ria Formosa and this study could be helpful to the conservation of their populations in the future and to create the same good conditions as the natural environment in captivity.

Key words: *Hippocampus guttulatus*, physical condition rate, abundance of preys, captivity, Ria Formosa.

Lista de figuras

Figura 1: Três locais de amostragem na Ria Formosa (Culatra, Bóia e Remanço).

Figura 2: Relação entre o peso e o comprimento dos 10 cavalos-marinhos no primeiro dia de experiência.

Figura 3: Relação entre o peso e o comprimento dos 10 cavalos-marinhos no último dia de experiência.

Figura 4: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 1 do meio natural.

Figura 5: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 2 do meio natural.

Figura 6: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 3 do meio natural.

Figura 7: Relação entre o peso dos 10 cavalos-marinhos e o peso relativo dos misidáceos em gramas no final das 5 semanas de experiência.

Figura 8: Peso médio de alimento consumido pelos cavalos-marinhos pequenos e grandes em cada uma das semanas de experiência.

Figura 9: Abundância de presas registadas nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

Figura 10: Abundância de camarões registada nos locais 1, 2 e 3 nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Figura 11: Abundância de anfípodes registada nos locais 1, 2 e 3, nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Figura 12: Abundância de misidáceos analisados registrados nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

Figura 13: Abundância de misidáceos da espécie *Boreomysis nobilis* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Figura 14: Abundância de misidáceos da espécie *Paramysis kervillei* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Figura 15: Abundância de misidáceos da espécie *Mesopodopsis slabberi* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Figura 16: Abundância de misidáceos (analisados e não analisados) registrados nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

Figura 17: Peso médio dos cavalos-marinhos de ambos os sexos nos Locais 1, 2 e 3 de meio natural.

Figura 18: Comprimento médio dos cavalos-marinhos de ambos os sexos nos Locais 1, 2 e 3 de meio natural.

Figura 19: Índice de condição física dos cavalos-marinhos *H. guttulatus* selvagens amostrados e cultivados. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Figura 20: Índice de condição física dos machos de cavalo-marinho, *H. guttulatus* selvagens e de cultivo. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Figura 21: Análise comparativa do índice de condição entre machos e fêmeas selvagens. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Lista de tabelas

Tabela I: Quantidade de misidáceos disponível em cada tanque em cativeiro.

Tabela II - Cálculo do peso e comprimento médios de machos e fêmeas dos locais 1, 2 e 3 do meio natural.

Tabela III: Consumo diário médio de misidáceos em gramas dos cavalos-marinhos pequenos e grandes ao longo das cinco semanas de experiência.

Tabela IV: Cálculo do Índice de Consumo alimentar (FCR) médio em cada semana de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

Tabela V: Cálculo da Taxa de Crescimento Específica (SGR) média em cada semana de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

Tabela VI: Cálculo do Índice de Consumo alimentar (FCR) e da Taxa de Crescimento Específica (SGR) médios ao longo do tempo de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

Tabela VII: Cálculo da quantidade de presas por m²e percentagem em que ocorrem em cada local nas amostragens 1 e 2.

Tabela VIII: Índice de Condição Física e Índice de Condição Física médio dos cavalos-marinhos em cativeiro dos 10 tanques no primeiro e último dia de experiência.

Tabela IX: Índice de Condição Física e Índice de Condição Física médio dos cavalos-marinhos machos em cativeiro no primeiro e último dia de experiência.

Tabela X: Comparação do Índice de Condição Física e do índice de condição física médio dos cavalos-marinhos nos três locais de amostragem em meio natural e os índices de condição física dos dez cavalos-marinhos dos tanques de cativeiro no último dia de experiência. Tabela XI: Cálculo do índice de condição física médio dos cavalos-marinhos machos nos três locais de amostragem em meio natural e dos índices de condição física médios dos cavalos-marinhos machos em cativeiro no último dia de experiência.

Índice

Introdução.....	3
Biologia do cavalo-marinho	3
Dieta em meio natural	6
Dieta em cativeiro.....	7
Índice de condição física	9
Conservação.....	10
Materiais e Métodos.....	13
Caracterização da área de estudo.....	13
Obtenção de alimento para as experiências em cativeiro.....	14
Amostragem em cativeiro.....	14
Classificação dos cavalos-marinhos por classes de comprimento.....	16
Índice de Consumo Alimentar (FCR) e Taxa de Crescimento Específica (SGR)	16
Amostragem em meio natural	17
Cálculo do índice de condição física dos cavalos-marinhos.....	19
Análise estatística	20
Índice de condição física	20
Diferenças entre cavalos-marinhos de cativeiro e de meio natural.....	20
Diferenças entre cavalos-marinhos machos de cativeiro e de meio natural	21
Diferenças entre cavalos-marinhos machos e fêmeas de meio natural.....	21
Resultados.....	23
Relação entre peso e comprimento de cavalos-marinhos em cativeiro e em meio natural.....	23
Cativeiro	23
Meio natural	24
Amostragem em Cativeiro	26
Classificação dos cavalos-marinhos por classes de comprimento.....	26
Índice de Consumo Alimentar (FCR) e Taxa de Crescimento Específica (SGR)	27
Amostragem em meio natural	29
Análise estatística	38
Peso.....	38

Comprimento	39
Índice de condição física	40
Cavalos-marinheiros em cativeiro.....	40
Cavalos-marinheiros machos em cativeiro	41
Cavalos-marinheiros de cativeiro e os dos três locais de meio natural	41
Análise estatística	43
Cavalos-marinheiros de cativeiro e de meio natural	43
Cavalos-marinheiros machos de cativeiro e meio natural.....	44
Cavalos-marinheiros machos e fêmeas de meio natural	46
Discussão.....	49
Cavalos-marinheiros de cativeiro.....	49
Cavalos-marinheiros em meio natural	51
Índice de condição física	53
Referências.....	57

Introdução

Biologia do cavalo-marinho

Os cavalos-marinhos, *Hippocampus* spp., família *Syngnathidae*, são peixes que se distinguem dos demais peixes ósseos pelas suas biologia, ecologia e morfologia peculiares. A sua biologia e morfologia particulares são também elas causadoras do interesse que estas espécies despertam, e o motivo principal da sua procura comercial. Em virtude disso, e apesar de algumas espécies serem cultivadas comercialmente, a maioria dos cavalos-marinhos são obtidos acidentalmente como capturas acessórias (“by-catch”) (Vincent, 1996). Assim, em face da procura mundial por estas espécies, foi necessário tomar medidas com vista à sua proteção e conservação, o que levou a que todas as 38 espécies de cavalos-marinhos (género *Hippocampus*) atualmente identificadas façam parte da lista de espécies protegidas ao abrigo da convenção CITES (2001), no seu Apêndice II. De igual forma, e de acordo com a IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) o estatuto de conservação destas espécies é variável, sendo que 26 estão classificadas como “data deficient/informação insuficiente” (ex. *Hippocampus guttulatus*, *H. abdominalis*), 10 se encontrem classificadas como “vulneráveis” (ex. *H. ingens*, *H. kuda*), uma espécie apresenta o estatuto de ameaçada (*H. capensis*) e apenas uma espécie esteja classificada como “least concerned/preocupação menor” (IUCN, 2014).

As espécies deste género são típicas de climas temperados e encontram-se normalmente associadas a habitats de ervas marinhas (Foster & Vincent, 2004), embora se tenha demonstrado em estudos anteriores que *Hippocampus abdominalis* e outras espécies de cavalos-marinhos também exploram substratos nus, sendo encontrados em vias abertas de areia e/ou longe de estruturas de fixação (Bell *et al*, 2003; Jones, 2004). Normalmente, os cavalos-marinhos têm uma distribuição restrita, baixa mobilidade, baixa fecundidade, cuidados parentais longos e fidelidade ao companheiro, o que os torna vulneráveis à sobre-pesca e à degradação ambiental (Foster & Vincent, 2004).

A maioria das espécies de cavalos-marinhos usam a sua cauda preênsil como meio de se fixarem a diferentes ervas marinhas, galhos de mangais e estruturas artificiais (Foster &

Vincent, 2004; Harasti *et al*, 2010; Hellyer *et al*, 2011).No entanto, algumas espécies têm preferência por um tipo de habitat em particular (Rosa *et al*, 2007 *in* Correia *et al*, 2015), como *H. guttulatus* que prefere habitats de maior complexidade ao contrário de *H. hippocampus* que se associa a habitats de baixa complexidade (Correia, 2014).

À data dos primeiros estudos sobre os habitats dos cavalos-marinhos as pradarias de ervas marinhas foram referenciadas como habitat preferencial do cavalo-marinho de focinho comprido, *H. guttulatus*. Esta associação deve-se à ocorrência de maiores quantidades de alimento, como pequenos crustáceos (Howard & Koehn, 1985; Tipton & Sino, 1988 *in* Curtis & Vincent, 2005; Foster & Vincent, 2004) nos ambientes com elevada concentração das fanerogâmicas marinhas. Também nestes ambientes de pradarias marinhas, os cavalos-marinhos utilizam estes substratos como estruturas de fixação, o que os ajuda a estabilizar-se em condições de correntes fortes, dada a sua fraca capacidade de natação.

Atualmente e devido a várias ameaças (naturais e antropogénicas) que afetam a Ria Formosa, as pradarias marinhas e por consequência as populações de cavalos-marinhos a elas associados, têm vindo a decrescer, o que fez com que essas mesmas pradarias marinhas já não sejam referenciadas como habitat preferido pelos cavalos-marinhos. Esta associação era presenciada quando na altura dos primeiros estudos a abundância de cavalos-marinhos era elevada e fazia com que eles ocupassem virtualmente todos os nichos ecológicos disponíveis, incluindo as pradarias marinhas, sendo esta uma observação de Curtis & Vicent (2005) nesse período. Agora, mesmo nas pradarias ainda existentes nunca se encontram abundâncias elevadas de cavalos-marinhos.

Deste modo, de acordo com um estudo recente de Correia (2015), este autor aponta para uma realidade um pouco diferente onde as pradarias marinhas não são o habitat preferido para os cavalos-marinhos se fixarem mas sim, zonas de boa complexidade ambiental.

As macroalgas do género *Codium* sp. (Correia, obs. pess.) constituem um suporte adequado para a fixação dos cavalos-marinhos. Esta macroalga devido ao seu elevado tamanho e estrutura, fornece estruturas de fixação mais estáveis do que outras macroalgas e ervas marinhas, muito pelo fato de poder ajudar a diminuir correntes de fundo, criando um habitat benéfico para pequenas presas e as espécies que delas dependem. Para além disso, foi observado que estas áreas foram colonizadas por muitos invertebrados (incluindo cefalópodes e crustáceos), incluindo pequenos camarões, misidáceos e anfípodes que constituem a base da dieta do cavalo-marinho (Correia, 2015).

O cavalo-marinho de focinho comprido, *H. guttulatus*, é uma das duas espécies, conjuntamente com o cavalo-marinho de focinho curto, *H. Hippocampus*, que ocorrem nas costas Europeias, desde a zona do Médio Atlântico, incluindo as Ilhas Britânicas e a Holanda até Marrocos e Ilhas Canárias, bem como no Mar Mediterrâneo (fishbase.org).Recentemente, dados genéticos recolhidos de amostras de cavalos-marinhos no mar Negro, provaram ser também de *H. guttulatus* (fishbase.org).

Em Portugal, a distribuição do cavalo-marinho de focinho comprido estende-se desde as ilhas da Madeira e Açores (fishbase.org) a toda a costa atlântica continental. No entanto, na zona costeira continental, ocorrem principalmente em sistemas estuarinos ou lagunares (Aurélio, 2012), incluindo a Ria de Aveiro, estuário do Tejo e Sado e a sul na ria de Alvor e ria Formosa, onde se localiza a maior população de *H. guttulatus* em Portugal.

A maior quantidade de exemplares de cavalos-marinhos até ao presente foi registada por Curtis & Vincent (2005) na Ria Formosa para as populações de *H. guttulatus* e *H. hippocampus*. No entanto, dados recentes mostraram uma diminuição significativa nas populações destas espécies (94% e 73% para *H. guttulatus* e *H. hippocampus*, respetivamente) (Caldwell & Vincent, 2012). Embora as causas para tais declínios permaneçam desconhecidas, as atividades humanas relacionadas (por exemplo, pesca ilegal, ancoragem de iates que arrastam as âncoras no fundo danificando o habitat e ações de dragagem) e as mudanças naturais na Ria (por exemplo, eventos de assoreamento e alteração de correntes), podem ser as principais causas para a perda e degradação dos diferentes habitats (Curtis *et al*, 2007), e consequente redução da abundância dos cavalos-marinhos de focinho comprido que aí ocorrem.

Na Ria Formosa, alguns bancos naturais da fanerogâmica *Zostera noltii* foram substituídos por zonas de exploração de moluscos (Guimarães *et al*, 2012), portos, indústrias e construções costeiras ou dragagens para abertura de canais de navegação (Cunha *et al*, 2013).

Considera-se que a falta de disponibilidade de estruturas de abrigo pode explicar o desaparecimento de algumas populações de cavalos-marinhos dentro da Ria (Curtis *et al*, 2007). Deste modo, o uso de estruturas artificiais poderá contribuir para o aumento da complexidade do habitat criando dessa forma condições ambientais ótimas que minimizem o declínio da população de cavalos-marinhos.

Tal como descrito por Correia (2015), estas estruturas artificiais após os testes prévios em cativeiro de forma a definir a sua composição ótima foram posteriormente colocadas em meio natural, onde se verificou a sua pronta colonização pelos cavalos-marinhos, diversas espécies de vertebrados e invertebrados que com eles partilham habitat, e não menos importante por organismos que fazem parte da dieta dos cavalos-marinhos na Ria Formosa. Assim e de igual modo, é vital conhecer não só os requisitos de habitat destas espécies, mas também qual a dieta destes animais no seu ambiente natural, qual a abundância e variedade das potenciais espécies presa e como esses fatores podem condicionar a distribuição e ocorrência das espécies de cavalos-marinhos no ambiente natural.

Dieta em meio natural

São poucos os estudos que abordam os hábitos alimentares e dieta das espécies de *Hippocampus* em estado selvagem (Tipton & Bell, 1988; Teixeira & Musick, 2001; Woods, 2002; Kendrick & Hyndes, 2005 *in* Kitsos *et al*, 2008). Sabe-se apenas que na fase inicial da vida, os juvenis destas espécies alimentam-se frequentemente de presas de pequenas dimensões, em especial copépodes. Posteriormente, passam a ingerir presas de maior tamanho, onde se incluem, por exemplo, anfípodes, misidáceos e pequenos camarões (Kitsos *et al*, 2008). Apesar do seu aparente e normal comportamento passivo, os cavalos-marinhos são predadores ativos com a capacidade e necessidade de ingerir volumes significativos de alimento, que variam entre cerca de 20% do seu peso corporal por dia nas primeiras semanas de vida até cerca de 5% do seu peso corporal por dia na fase adulta (Jorge Palma, com. pess.). De acordo com Woods (2002), os hábitos alimentares de *H. abdominalis*, em meio natural, compõe-se principalmente

de anfípodes, decápodes e camarões, os mesmos grupos referidos por Kitsos *et al* (2008) para *H. guttulatus* e *H. hippocampus* no mar Egeu. Outro estudo sobre este tópico e tendo como objeto de estudo a espécie *Hippocampus erectus* na Baía de Chesapeake, de Teixeira & Musick (2001), apontou os anfípodes como presa principal para esta espécie, sendo a dieta complementada com copépodes, poliquetas e alguns misidáceos.

Uma característica comum às espécies de cavalos-marinhos é o facto de as fêmeas necessitarem de ingerir mais alimento em relação aos machos, facto que está relacionado com a maior necessidade energética para a produção dos ovos. Por seu lado, os machos assumem os cuidados parentais (manutenção dos ovos/embriões no marsupium) até à fase de eclosão e expulsão do marsupium. A existir, o investimento energético dos machos nesta fase ainda não foi provado, ao contrário de algumas espécies marinhas (ex. *Syngnathus typhle*) (Kvarnemo *et al*, 2011).

Dieta em cativeiro

Relativamente à alimentação dos cavalos-marinhos mantidos em cativeiro, os camarões e misidáceos são usualmente utilizados quer em aquarioria quer em aquacultura comercial, (Garrick-Maidment, 1997; Fenner, 1998; Hilomen-Garcia, 1999; Forteath, 2000; Madeiras, 2003b; Woods & Valentino, 2003; Woods, 2005), porque fazendo parte da sua dieta natural, promovem boas taxas de crescimento e sobrevivência destas espécies.

Relativamente à alimentação de *H. guttulatus* em cativeiro num estudo realizado por Palma *et al*, (2008) foram analisadas 3 dietas distintas; camarão, misidáceos e *Artemia*, verificou-se não haver diferenças significativas nas taxas de crescimento desta espécie quando alimentados com camarão e misidáceos. Observou-se de igual modo que animais alimentados com *Artemia* apresentaram os piores resultados de crescimento e sobrevivência.

Em relação a outras espécies de cavalos-marinhos mantidas em cativeiro, num estudo elaborado por Woods & Valentino (2003) para a espécie *H. abdominalis*, concluiu-se que os

misidáceos são a melhor escolha como dieta fornecida em alternativa á *Artemia* enriquecida, pois proporcionam uma maior esperança média de vida. Ao contrário da *Artemia* que por si só não suprime todas as necessidades nutricionais aos animais alvos (cavalo-marinho) (Watanabe *et al*, 1978; Watanabe *et al*, 1982; Barclay & Zeller 1996; Furuita *et al*, 1999).

Outra opção de dieta adequada para os peixes desta espécie seria a alimentação mista composta por *Artemia* e misidáceos congelados, que apesar de não haver diferenças significativas nas taxas de crescimento dos cavalos-marinhos que se alimentaram com esta dieta e os que se alimentaram só com *Artemia*, a primeira pode beneficiar fisiologicamente os indivíduos que dela se alimentam. Por exemplo, na nutrição de reprodutores, na qual, os lípidos são extremamente importantes como fontes de energia metabólica na formação das gónadas e na formação de membranas celulares e tecidos (Watanabe *et al*, 1984; Sargent, 1995).

Os misidáceos congelados são um tipo de alimento frequentemente utilizado na alimentação em cativeiro de cavalos-marinhos adultos sendo mais fáceis de obter e manter. Um cavalo-marinho saudável deve comer entre 30 a 50 misidáceos ou camarões por dia.

Num estudo de Koldewey (2015), é referido por Cabo (1979) que a dieta mais adequada da espécie de cavalo-marinho de focinho curto *H. hippocampus*, em meio natural, são microcrustáceos. Por seu lado, o alimento mais adequado em cativeiro parece ser misidáceos e camarões vivos, mas estes poderão ser de difícil obtenção. No mesmo estudo, foi mencionada a dieta de outra espécie de cavalo-marinho *H. kuda*, sendo uma das conclusões a não alimentação destes peixes durante o período noturno (Do *et al*, 1996). Em sistema de cativeiro, os animais adultos são geralmente alimentados com misidáceos congelados, misidáceos vivos (capturados em meio natural e criados em cativeiro), *Artemia* adulta, camarão de rio e krill congelado. A frequência da alimentação realiza-se de duas a quatro vezes por dia.

A razão de alimentação diária relatada para diferentes espécies de cavalos-marinhos, usando misidáceos ou *Artemia*, varia de 5 a 30% do seu peso corporal por dia (Forteath 1997; Chang & Southgate, 2001; Wong & Benzie, 2003; Woods & Valentino, 2003; Woods, 2005; Lin *et al*, 2007, 2008, 2009a; Palma *et al*, 2008).

Tal como as demais espécies de cavalos-marinhos, também a dieta de *H. kuda* em meio natural parece ser em grande parte composta por crustáceos, em que os cavalos-marinhos juvenis se alimentam principalmente de copépodes, enquanto os adultos se alimentam de pequenos crustáceos bentônicos, como anfípodes (Do *et al*, 1998). Portanto, a adição de substâncias à base de crustáceos na sua dieta em cativeiro pode fornecer nutrientes essenciais que estão em falta numa dieta baseada exclusivamente em peixe.

Índice de condição física

Em termos biológicos, o tamanho nos peixes é geralmente mais relevante do que a idade, pois estes parâmetros englobam-se com mais frequência no estudo de vários fatores ecológicos e fisiológicos que são mais dependentes do tamanho do que da idade. Consequentemente, a variabilidade de tamanho tem implicações importantes para diversos aspetos da biologia, pesca e dinâmica populacional (Erzini, 1994).

As relações peso-comprimento têm várias aplicações, nomeadamente sobre a biologia do peixe, fisiologia, ecologia e a avaliação da pesca. Em estudos biológicos, as relações *W-L* (peso e comprimento) permitem estudar variações sazonais de crescimento dos peixes, servindo de base ao cálculo dos índices de condição física dos mesmos (Richter *et al*, 2000). Em estudos de pesca, as relações peso-comprimento têm diversos usos, incluindo os cálculos do peso e do comprimento (Beyer, 1991) dos animais capturados e a estimativa do peso conforme a idade dos indivíduos (Petrakis & Stergiou, 1995). O estabelecimento das relações *W-L* também é fundamental para o cálculo da produção de biomassa de um stock de peixes (Anderson & Gutreuter, 1983), sendo muito útil igualmente para estimativas de biomassa com base nos censos sub-aquáticos (contagem visual dos indivíduos) (Santos, 1997).

Finalmente, as relações anteriormente mencionadas (*W-L*) permitem uma informação mais detalhada da história de vida dos peixes analisados; comparações morfológicas entre as diferentes espécies de peixes, ou entre as populações de peixes de diferentes habitats e / ou regiões (Gonçalves *et al*, 1997). De acordo com Petrakis & Stergiou, 1995, a utilização destas comparações de peso e comprimento devem ser estudadas através de gráficos de regressões

lineares. Esta imposição deve-se ao facto de as relações estudadas não serem constantes ao longo de todo o ano, variando de acordo com fatores como a disponibilidade de alimentos, a taxa de alimentação, desenvolvimento gonadal e período de desova (Bagenal & Tesch, 1978).

Apesar da existência de numerosos estudos relativos a vários aspetos das populações de peixes das águas portuguesas, a informação disponível sobre as relações *W-L* (peso e comprimento) é muito dispersa e frequentemente limitada às espécies mais comuns e utilizadas noutros estudos. As excepções conhecidas são compilações das interações peso/comprimento para 23 espécies de peixes do sul e sudoeste das costas de Portugal (Gonçalves *et al*, 1997) e 21 espécies de peixes da zona costeira do Arquipélago dos Açores (NE Atlântico) (Morato *et al*, 2001).

Assim, e face ao acima referido, a avaliação do índice de condição das espécies de cavalos-marinhos é uma ferramenta extremamente útil para aferir a condição física das populações destas espécies, já que as alterações nessa mesma condição física implicam necessariamente constrangimentos na sua capacidade reprodutiva o que em termos de conservação destas espécies é um fator de extrema relevância.

Conservação

O estudo das dietas naturais das espécies de peixes é uma abordagem muito útil para a compreensão de aspetos da sua biologia e ecologia, para uma gestão mais sustentável dos seus stocks e desenvolvimento de medidas de conservação (Pedersen, 1999; Watanabe *et al*, 2006; La Mesa *et al*, 2007; Sara, G. & Sara, R. 2007).

Tal como referido por Curtis & Vincent (2005), a perda e fragmentação dos habitats de algas marinhas pode afetar as espécies de cavalos-marinhos europeus de forma clara. A degradação dos habitats de pradarias marinhas resulta numa redução da diversidade de fauna associada (Gelo *et al*, 1999), o que irá afetar as populações de cavalos-marinhos que dela se alimentam. As pradarias e as ervas marinhas que as constituem são habitats marinhos ameaçados (Sheperdet *et al*, 1989 *in* Curtis & Vicent 2005; Short & Wyllie Escheverria, 1996) e o seu

declínio tem sido enorme ao longo de algumas costas europeias (Pasqualini *et al*, 1999; Wolff, 2000).

Desta forma, danos excessivos nas populações de ervas marinhas da Ria Formosa e em outras partes do Norte do Oceano Atlântico ou Mar Mediterrâneo podem resultar numa redução do habitat de *H. guttulatus* e consequentemente as suas populações já que esta espécie é fortemente afetada pela perda de estruturas de fixação (Melville & Connolly 2003; Vanderklift & Jacoby, 2003).

A perda de habitat tem sido associada à morte excessiva de várias populações de peixes marinhos (Wolff, 2000; Dulvy *et al*, 2003) estendendo-se aos cavalos-marinhos de clima temperado (Santos *et al*, 1.995, Músicka *et al*, 2.000, Pogonoski *et al*, 2002 *in* Curtis & Vicent 2005, IUCN, 2003). Além disso, os singnatídeos são capturados acidentalmente em artes de pesca não seletivas como pesca de fundo, redes de arrasto, etc. (Vincent 1996).

No entanto, a conjugação entre o seu comportamento de escolha de habitat e a sua ecologia alimentar fazem com que habitem áreas específicas da Ria Formosa, onde ocorrem em maior número, podendo dessa forma condicionar a abundância de alimento, o qual pode sofrer flutuações significativas, condicionando assim a sua distribuição, ocorrência e mesmo a sua condição física.

De modo a estudar mais detalhadamente os impactos que recaem sobre as populações de cavalos-marinhos da Ria Formosa, nomeadamente sobre a espécie *H. guttulatus*, e tendo em conta que a disponibilidade de alimento em ambiente natural tem um efeito condicionador nas populações do cavalo-marinho de focinho comprido, esta dissertação de mestrado teve como objetivos principais:

- 1) Numa primeira fase avaliar o consumo diário de alimento em ambiente controlado (cativeiro), sem restrição de alimento e de como isso afeta o índice de condição física desta espécie;
- 2) Comparar a informação obtida com a condição física dos animais em meio natural, e relacioná-la de uma forma mais abrangente com a disponibilidade de alimento na Ria Formosa em locais de características distintas.

Materiais e Métodos

Caracterização da área de estudo

Em situação de não-degradação ambiental, a Ria Formosa proporciona condições ótimas para a ocorrência de populações de cavalos-marinhos, pois trata-se de um ambiente altamente produtivo e caracterizado por comunidades de macrófitas intercaladas com zonas de areia ou areno-vasosas e vegetação escassa numa rede de canais e regatos de maré (Alberto *et al*, 2001; Curtis & Vincent, 2005). A vegetação subtidal é dominada por ervas marinhas (principalmente *Cymodocea nodosa*, mas também *Zostera marina* e *Z. noltii*) e macroalgas (principalmente *Ulva lactuca* e *Codium* spp.) (Alberto *et al*, 2001; Curtis & Vincent, 2005).

Por outro lado e também citado nos últimos anos, as atividades antropogénicas têm vindo a aumentar neste sistema lagunar, combinando-se com os eventos naturais da Ria causados pelo seu elevado dinamismo. Este facto provoca alterações nas condições do habitat dos cavalos-marinhos e reduz a quantidade de estruturas de fixação naturais disponíveis, sendo este fenómeno causador da perda de habitats o que pode levar à movimentação forçada das populações atingidas, tendo como consequência a sua desagregação ou mesmo eliminação (Correia *et al*, 2015).

Além disso, outro potencial fator que contribui para a diminuição de cavalos-marinhos na Ria Formosa é o aumento da temperatura da água neste sistema lagunar, alterando assim os seus componentes (por exemplo, o oxigénio dissolvido), um fator que também ele identificado por ter um impacto negativo nos leitos de algas marinhas (Cunha *et al*, 2013). Estas condicionantes podem ter um efeito direto na biologia destas espécies e indireto na redução da disponibilidade de estruturas de fixação, e com isso a disponibilidade de habitats.

Obtenção de alimento para as experiências em cativeiro

O alimento vivo utilizado no decorrer das experiências foi capturado na zona contígua à Estação de Aquacultura do Ramalhete do Centro de Ciências do Mar (CCMAR) onde as experiências em cativeiro tiveram lugar.

Foi utilizado alimento vivo, mas sem recorrer ao ambiente natural propriamente dito, já que os misidáceos capturados e utilizados para a alimentação dos peixes em experiência foram produzidos dentro do complexo da estação onde ocorrem naturalmente nas águas circundantes da estação de aquacultura.

Os efluentes provenientes da estação de aquacultura alimentam as águas acima descritas e potenciam a produção de microalgas (produção primária), gerando assim uma cadeia trófica e da qual se tira proveito para a produção deste alimento minimizando deste modo os contras das dietas congeladas e totalmente naturais.

Amostragem em cativeiro

As experiências em cativeiro decorreram na Estação Experimental de Aquacultura do Ramalhete, instalação que pertence ao Centro de Ciências do mar (CCMAR) da Universidade do Algarve. No período antecedente à experiência, 10 cavalos-marinhos adultos (com aproximadamente 1 ano de idade), que aparentavam ter uma condição física inferior aos restantes, foram escolhidos e individualizados em tanques de vidro com uma capacidade de 10 litros úteis identificados com números de 1 a 10. O critério de seleção baseou-se no facto de ao utilizar-se animais em condição física sub-ótima estes pudessem ter um índice de progressão significativamente superior aos restantes durante o decurso da experiência.

Os tanques experimentais faziam parte de um sistema de cultivo mantido em condição de sistema semi-aberto. Neste sistema, a água utilizada previamente filtrada fluía para os tanques através de um tubo de poliestireno preto colocado a cerca de 2.5 cm acima da superfície da água (Palma *et al*, 2008). A água efluente era recolhida através de um tubo de características

idênticas ao anterior, mas protegido com um filtro de 500 μm de forma a impedir a eliminação das presas.

Antes do início da experiência, os peixes estiveram em período de aclimação de 6 dias (12 a 17 de Março), durante o qual foram alimentados *ad libitum* com misidáceos (não contabilizados) capturados em meio natural (Ria Formosa) na área circundante da estação. Diariamente e antes do período de alimentação procedia-se à limpeza dos tanques por sifonagem de forma a eliminar fezes e restos de alimento não consumidos. No início da experiência os animais em experiência foram pesados numa balança digital analítica (0.01 g) e medidos com um ictiómetro à décima de centímetro. Os peixes foram medidos desde a ponta da coroneta até ao final da cauda esticada (Pritchard, 1993).

Durante o decorrer da experiência, registou-se apenas um óbito, tendo o animal sido substituído por outro do mesmo sexo e peso e comprimento idênticos.

Com base em observações anteriores, estabeleceu-se alimentar cada cavalo-marinho com um total de 40 misidáceos dia^{-1} . No entanto, sempre que se observou o consumo total desses misidáceos, esse valor foi aumentado. O peso médio dos misidáceos fornecidos ($n=40$) foi de 0.132 g e foram pesados apenas uma vez.

No segundo dia de experiência (18 de Março) começou a fornecer-se 40 misidáceos da espécie *Paramysis nouveli* a cada um dos animais em experiência. Nos dias subsequentes, as presas não ingeridas eram retiradas dos tanques e contadas de forma a aferir o valor exato de alimento consumido por dia, pela diferença entre presas fornecidas e presas consumidas (Tabela I).

Verificou-se no entanto que pelo facto de estarem isolados os animais evidenciavam alguns sinais de stress causados pela rotinas de limpeza e alimentação, pelo que o processo acima descrito passou a ser efetuado apenas a cada dois dias.

Tabela I: Quantidade de misidáceos disponível em cada tanque em cativeiro.

Dias	Alimentação-Quantidade de misidáceos fornecidos
Anteriores ao período de aclimação	Misidáceos não contabilizados
Nos dias do período de aclimação (12 a 17 de Março, inclusive)	Misidáceos não contabilizados
2º ao 6º dia de experiência (até 22 de Março, exclusive)	40 misidáceos por tanque
A partir do 6º dia (inclusivé) de experiência	80misidáceos por tanque de 2 em 2 dias
<p>Nota: Por vezes aos fins-de-semana eram fornecidos 40misidáceos por tanque 2 dias seguidos em vez dos 80 misidáceos de 2 em dois dias.</p> <p>O tempo total da experiência foram 36 dias.</p>	

No início da experiência e uma vez por semana procedeu-se à medição e pesagem dos cavalos-marinhos. Os dados resultantes foram utilizados no Cálculo do Índice de Condição Física, Índice de Conversão Alimentar (FCR) e Índice de Crescimento Específico (SGR) (Palma *et al*, 2008) dos cavalos-marinhos.

Classificação dos cavalos-marinhos por classes de comprimento

A variável escolhida para classificar os peixes como pequenos e grandes foi o comprimento.

Índice de Consumo Alimentar (FCR) e Taxa de Crescimento Específica (SGR)

De modo a complementar esta informação sobre o consumo diário de alimento pelos cavalos-marinhos de cativeiro, foram calculados com base no estudo de Palma *et al*, (2008), Woods, (2005) e Woods & Valentino, (2003) o Índice de Consumo Alimentar (FCR) e a Taxa de Crescimento Específica (SGR) dos peixes da espécie *H.guttulatus* mantidos em cativeiro e apresentados nas tabelas seguintes.

Amostragem em meio natural

De forma a avaliar a disponibilidade alimentar das populações de cavalos-marinhos em condições naturais foram selecionados três locais com características distintas, quer em profundidade quer de coberto de fundo, mas onde apesar disso se verifica a ocorrência de populações de *H. guttulatus*. O primeiro local selecionado (Local 1) foi uma zona perto da ilha da Culatra. É uma zona com uma profundidade média de 4 metros e apresenta um fundo arenoso com elevado coberto de fundo composto por conchas, ascídias e macroalgas.

O segundo local (Local 2), designado como Bóia, localiza-se no Canal de Faro e tem um fundo arenoso, mas quase estéril, com disponibilidade limitada de estruturas de abrigo. A profundidade amostrada foi de 8 metros.

O último local amostrado (Local 3) localiza-se num Canal Adjacente ao Canal de Faro e tem como nome Remanço. Apresenta um fundo vasoso e profundidade amostrada de 2.5 metros (Figura 1).

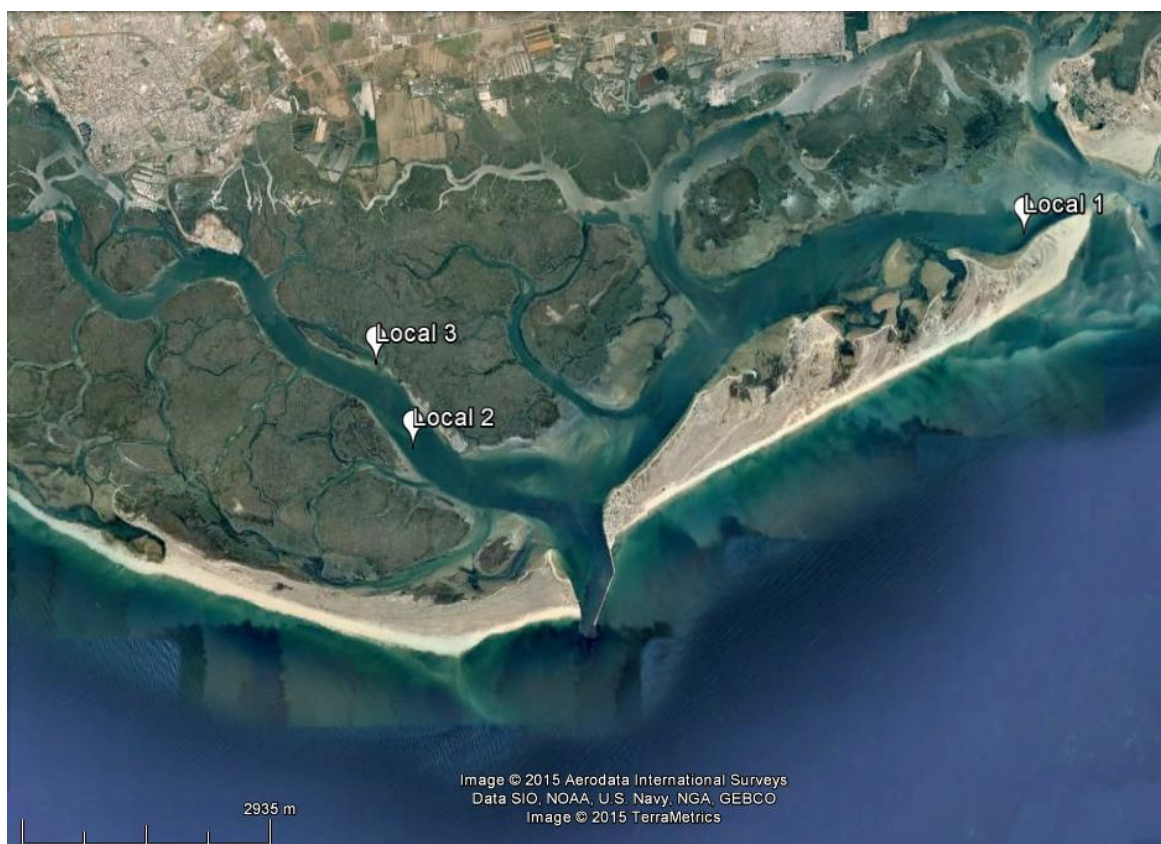


Figura 1: Três locais de amostragem na Ria Formosa (Local 1-Culatra, Local 2-Bóia e Local 3-Remanço do Canal de Faro).

A primeira amostragem (Amostragem 1 - Outubro de 2014) foi realizada nos três locais referidos em idêntico ponto de maré (preia-mar), de forma a evitar algum tipo de variabilidade induzido por diferentes condições ambientais. Em cada local, pré-determinado e identificado por coordenadas GPS, procedeu-se à recolha de informação segundo um protocolo pré-definido. Inicialmente, foi colocada no fundo, uma fita métrica de transeto com o comprimento de 30 metros de forma a servir de orientação aos mergulhadores durante as atividades de recolha de informação. Após a colocação do transeto, procedeu-se à recolha dos 20 primeiros exemplares de *H. guttulatus* encontrados, os quais foram trazidos a bordo da embarcação onde se procedeu a identificação do sexo, pesagem e medição. Durante esse período, os animais foram mantidos num recipiente de 50 litros de capacidade com aerificação, sendo novamente libertados por um mergulhador no local de origem, após a recolha de todos os dados necessários.

Numa segunda fase, procedeu-se à recolha de uma amostra de alimento em cada um desses locais. Para tal, utilizou-se uma rede com as dimensões de 1.5 metros de largura e 0.5 m de altura e malhagem de 2 mm. Os arrastos foram feitos ao longo dos dois lados da linha de transeto, sendo a rede apoiada pelos dois mergulhadores (um de cada lado da rede) ao longo dos dois lados da linha (30m x 2). A duração do arrasto não foi medida, tendo-se apenas mantido a velocidade de arrasto de forma a impossibilitar a fuga dos potenciais espécimes a recolher. A área arrastada foi de 90m² e o volume de 45m³.

De forma a aumentar a representatividade e minimizar o fator de captura aleatória, passadas duas semanas, realizou-se uma segunda amostragem (Amostra 2) em cada um desses locais. O motivo do intervalo temporal entre amostragens ficou também a dever-se à necessidade de realizar a amostragem à mesma hora do dia, maré e período semi-lunar, de forma a evitar eventuais variações cíclicas da densidade de presas.

Após a sua obtenção, as amostras foram concentradas e recolhidas num filtro/crivo de 250 µm de malha, lavadas de forma suave por esguicho de água destilada e secas através da colocação de folhas de papel absorvente por baixo desse mesmo filtro.

Procedeu-se à análise laboratorial do tipo e número de presas presentes nas amostras recolhidas. Com o auxílio de uma lupa binocular, procedeu-se à identificação das presas e sua

contagem. Quando possível, identificou-se cada uma das presas até ao taxon mais baixo (espécie).

Com base nessa informação, calculou-se a quantidade e o tipo de presas existentes por m² nos diferentes locais e datas de amostragem (Tabela VII).

A avaliação da densidade/abundância de presas por área é complementar à técnica de amostragem das espécies de cavalos-marinhos onde a abundância destes é também calculada por área e coincidente com a área amostrada. Para além disso, os cavalos-marinhos alimentam-se sempre junto, ou bastante perto do fundo, pelo que as presas que se encontram nessa interface são as que se configuram como relevantes à amostragem. Os valores absolutos das contagens e a estimativa das abundâncias foram então calculados por metro quadrado.

A classe de presas anfípodes e camarões não foi analisada à espécie, pois encontravam-se em número muito reduzido em ambas as amostragens. Os misidáceos, não foram todos analisados, pois as amostragens de meio natural apresentavam uma grande abundância destes organismos, o que é normal no plâncton, e por isso realizou-se uma sub-amostragem. Os valores da densidade de presas e respetiva percentagem em que ocorrem, por amostragem efetuada e local, apresentam-se na tabela VII na secção “Resultados”.

Cálculo do índice de condição física dos cavalos-marinhos

O cálculo do índice de condição física dos peixes é realizado através da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de condição (IC)} = (\text{peso húmido (g)} / \text{altura (cm}^3\text{)}) \times 100$$

(Palma *et al*, 2008)

Em que *wet weight* é o peso húmido do cavalo-marinho em gramas e *height* e o comprimento em centímetros.

O estudo do índice de condição assume que os peixes mais pesados e com um determinado comprimento encontram-se em melhor condição física do que os outros (R.E. Jones *et al*, 1999).

Análise estatística

Os valores do peso e comprimento (média \pm desvio padrão) dos cavalos-marinhos do meio natural encontram-se descritos na tabela II. Uma ANOVA a dois fatores foi utilizada para determinar eventuais diferenças estatísticas no peso, sexos e nos locais de amostragem. O teste Tukey foi utilizado como teste Post-Hoc para efetuar comparações múltiplas (SigmaPlot 10.0, Systat Software, Inc., CA, USA). Em relação ao comprimento, verificou-se não existir uma homogeneidade nos dados, pelo que a análise estatística para detetar diferenças entre grupos foi o teste não paramétrico Kruskal-Wallis (SigmaPlot 10.0, Systat Software, Inc., CA, USA).

Tabela II: -Cálculo do peso e comprimento médios de machos e fêmeas dos locais 1, 2 e 3 do meio natural.

	Local 1		Local 2		Local 3	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Peso	7.7 \pm 1.0	6.8 \pm 1.4	7.3 \pm 1.0	6.6 \pm 1.7	8.9 \pm 1.0	7.3 \pm 1.2
Comprimento	13.0 \pm 0.6	12.7 \pm 1.1	13.1 \pm 0.6	12.8 \pm 1.1	13.8 \pm 0.7	13.2 \pm 0.5

Índice de condição física

Realizou-se o teste paramétrico Anova a um e dois fatores para aferir a significância de eventuais diferenças no índice de condição física dos cavalos-marinhos de cativeiro e de meio natural (três locais); só dos machos de cativeiro e meio natural e entre fêmeas e machos em meio natural.

Diferenças entre cavalos-marinhos de cativeiro e de meio natural

As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade de variâncias, por isso foi possível realizar o teste paramétrico da Anova a um fator através do cálculo do índice de condição física de todos os organismos que se encontravam em cativeiro e nos 3 locais de amostrados no meio natural.

Diferenças entre cavalos-marinhos machos de cativeiro e de meio natural

As variáveis analisadas apresentaram homogeneidade de variâncias, por isso foi possível realizar o teste paramétrico Anova a um fator com os dados resultantes do cálculo do índice de condição física dos machos de cativeiro e de meio natural.

Diferenças entre cavalos-marinhos machos e fêmeas de meio natural

O último teste a ser realizado foi o teste estatístico Anova a dois fatores, resultante do cálculo do índice de condição física das fêmeas e dos machos dos 3 locais de amostragens.

Resultados

Relação entre peso e comprimento de cavalos-marinhos em cativeiro e em meio natural

Cativeiro

A relação entre o peso em gramas e o comprimento em centímetros dos cavalos-marinhos no primeiro dia de experiência observou um R^2 de 0,837, observando-se uma relação direta entre estas duas variáveis (Figura 2).

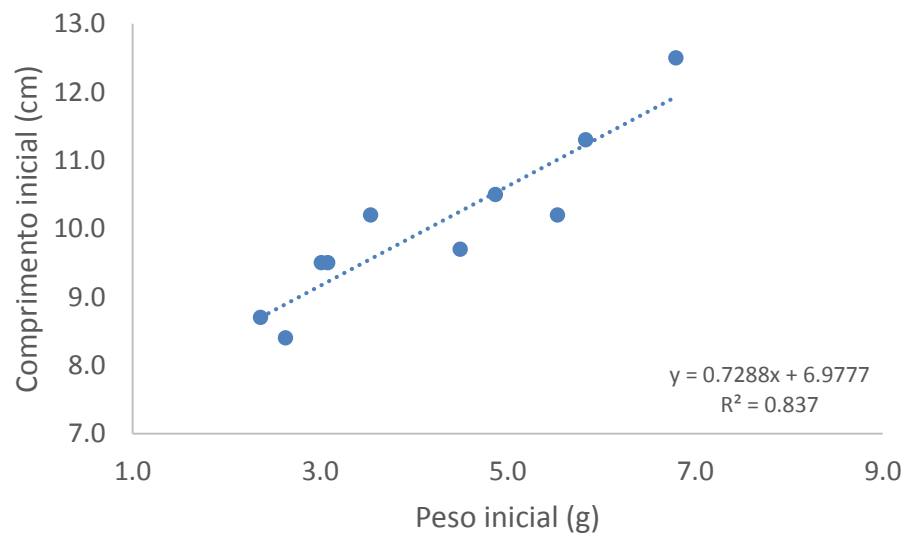


Figura 2: Relação entre o peso e o comprimento dos 10 cavalos-marinhos no primeiro dia de experiência.

A relação peso/comprimento ao final da experiência, verificou igualmente uma correlação positiva entre estas duas componentes com um R^2 de 0,9504 (Figura 3).

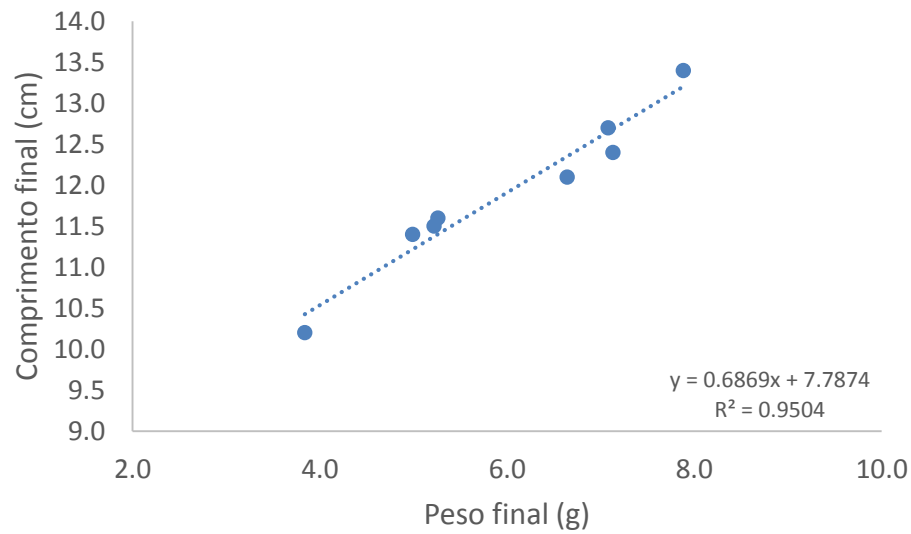


Figura 3: Relação entre o peso e o comprimento dos 10 cavalos-marinhos no último dia de experiência.

Meio natural

De igual forma, observou-se uma relação direta peso/comprimento nos indivíduos amostrados nos três locais selecionados, respectivamente figuras, 4, 5 e 6.

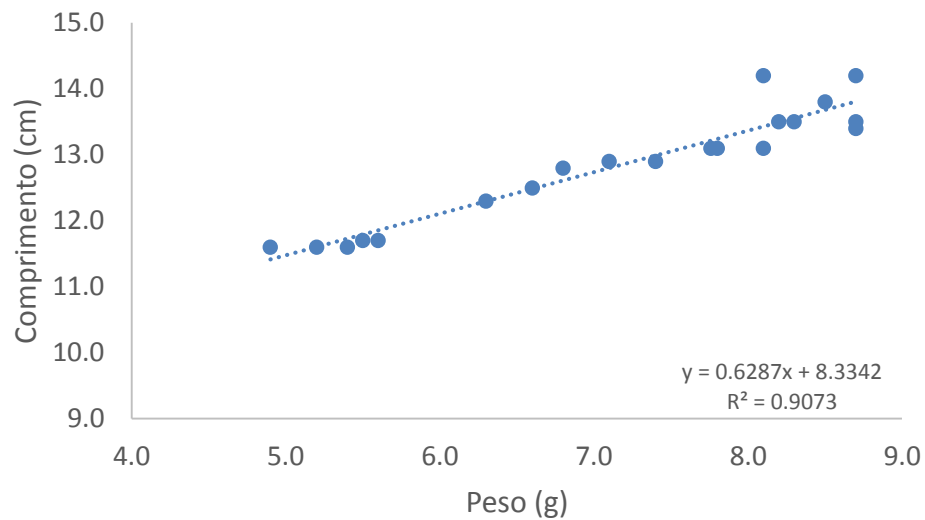


Figura 4: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 1 do meio natural.

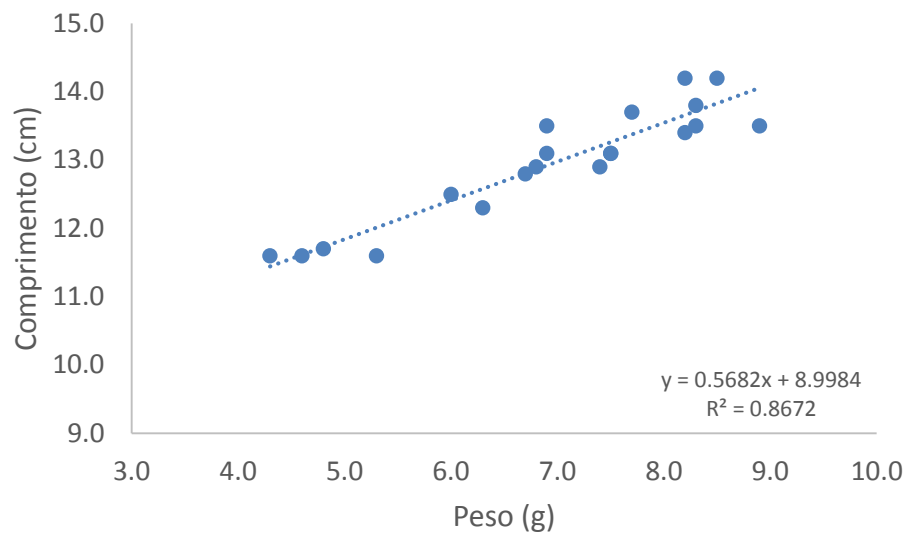


Figura 5: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 2 do meio natural.

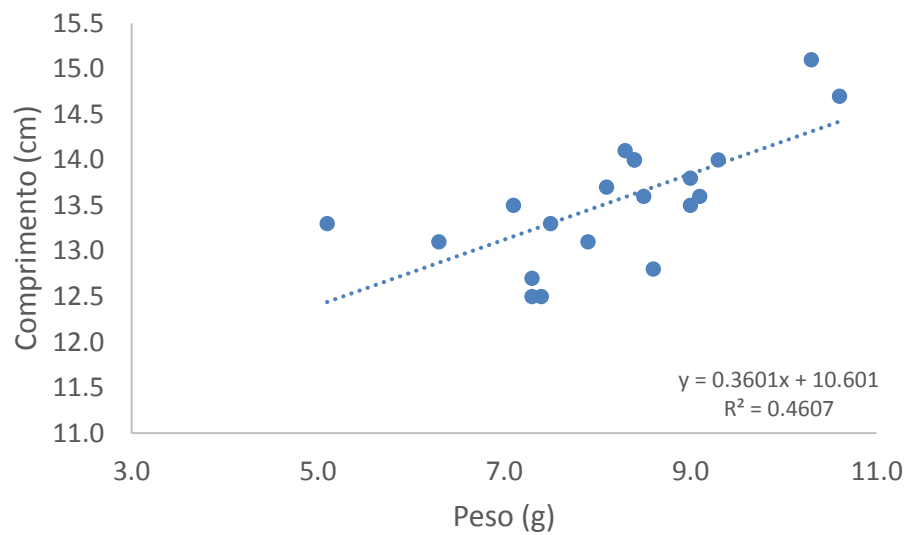


Figura 6: Relação entre o peso e o comprimento dos cavalos-marinhos do Local 3 do meio natural.

Amostragem em Cativeiro

A relação entre o peso total dos peixes e o peso relativo dos misidáceos consumidos apresentou um ajuste de R^2 de 0.7236 (figura 7).

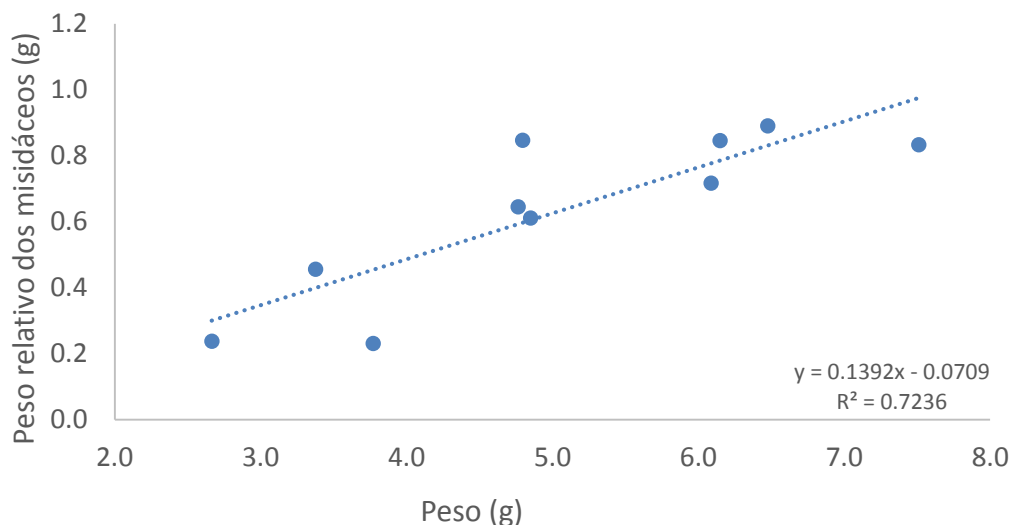


Figura 7: Relação entre o peso dos 10 cavalos-marinhos e o peso relativo dos misidáceos em gramas no final das 5 semanas de experiência.

Classificação dos cavalos-marinhos por classes de comprimento

Em termos de consumo diário de alimento, verificou-se um aumento diário do consumo de misidáceos ao longo das cinco semanas para os cavalos-marinhos grandes, enquanto que os cavalos-marinhos pequenos registaram um aumento do consumo diário de alimento até à quarta semana e uma estabilização desse consumo na última semana (figura 8).

Durante a primeira semana de experiência (24 de Março) o grupo de indivíduos pequenos teve um consumo médio de alimento de 0.2 ± 0.1 g valor que subiu para 0.9 ± 0.2 g no final da última semana de experiência (Tabela III).

O grupo de cavalos-marinhos grandes aumentou o consumo diário de alimento de 0.5 ± 0.1 g na primeira semana para 1.1 ± 0.2 gramas de misidáceos na quinta e última semana (Tabela III).

Tabela III: Consumo diário médio de misidáceos em gramas dos cavalos-marinhos pequenos e grandes ao longo das cinco semanas de experiência.

	Pequenos	Grandes
Semanas	Média±Desvio padrão	Média±Desvio padrão
1	0.2±0.1	0.5±0.1
2	0.4±0.1	0.7±0.2
3	0.6±0.2	0.9±0.1
4	0.8±0.1	1.0±0.1
5	0.9±0.2	1.1±0.2

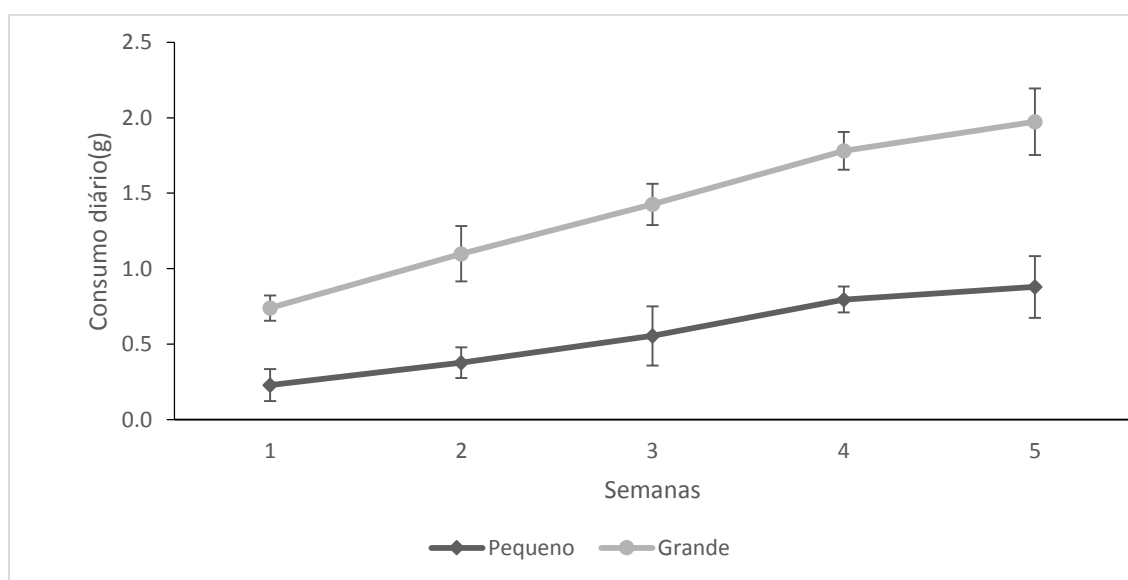


Figura 8: Peso médio de alimento consumido pelos cavalos-marinhos pequenos e grandes em cada uma das semanas de experiência.

Índice de Consumo Alimentar (FCR) e Taxa de Crescimento Específica (SGR)

Observou-se um Índice de Consumo Alimentar médio para os cavalos-marinhos pequenos de 0.4 ± 1.5 na primeira semana de experiência e um emagrecimento dos animais na terceira semana (-2.4 ± 5.7); tendo recuperado e atingido o valor médio de 2.2 ± 1.9 na quinta semana de experiência.

Para os cavalos-marinhos grandes registou-se na primeira semana de experiência um FCR médio de 1.5 ± 2.0 , necessitando de aumentar o consumo de alimento até ao valor médio de 2.9 ± 2.5 na quinta e última semana, de modo a recuperar o emagrecimento (maior que os pequenos) na segunda semana (-5.1 ± 5.7) (Tabela IV).

Tabela IV: Cálculo do Índice de Consumo alimentar (FCR) médio em cada semana de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

	FCR				
Semanas	1ªsemana	2ªsemana	3ªsemana	4ªsemana	5ªsemana
Pequenos	0.4 ± 1.5	1.6 ± 1.7	-2.4 ± 5.7	2.4 ± 3.9	2.2 ± 1.9
Grandes	1.5 ± 2.0	-5.1 ± 5.7	0.1 ± 2.6	3.1 ± 0.3	2.9 ± 2.5

Na tabela V verificou-se que a Taxa de Crescimento Específica para os cavalos-marinhos pequenos na primeira semana obteve um valor médio de 1.5 ± 3.2 , diminuindo ao longo das semanas, atingindo um valor médio de 0.9 ± 0.8 na última semana de experiência.

Por outro lado, nos cavalos-marinhos grandes, a SGR obteve valores mais baixos que a dos pequenos, começando com o valor mínimo de -0.1 ± 2.4 na primeira semana e na quinta semana de 0.6 ± 0.5 .

Tabela V: Cálculo da Taxa de Crescimento Específica (SGR) média em cada semana de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

	SGR				
Semanas	1ªsemana	2ªsemana	3ªsemana	4ªsemana	5ªsemana
Pequenos	1.5±3.2	0.8±1.5	-0.3±1.3	0.4±1.1	0.9±0.8
Grandes	-0.1±2.4	3.1±8.1	1.0±1.0	0.2±0.3	0.6±0.5

Nos 36 dias de experiência, verificou-se nos cavalos-marinhos pequenos um FCR médio de 4.9±3.3 e uma SGR média de 0.8±0.8.

Nos grandes o FCR registou valores médios de 3.0±1.4 e a SGR de 1.0±1.0 (Tabela VI).

Tabela VI: Cálculo do Índice de Consumo alimentar (FCR) e da Taxa de Crescimento Específica (SGR) médios ao longo do tempo de experiência para os cavalos-marinhos pequenos e grandes de cativeiro.

	FCR	SGR
Pequenos	4.9±3.3	0.8±0.8
Grandes	3.0±1.4	1.0±1.0

Amostragem em meio natural

Dos três locais amostrados, o local 1 (amostragem 1) foi o que registou maior abundância de presas capturadas, sendo que o misidáceo *Boreomysis nobilis* foi a espécie que apresentou uma maior densidade com uma ocorrência de 7 ind. m⁻² e consequentemente uma maior percentagem de ocorrência (48.9%) na área arrastada. A segunda espécie mais abundante foi o misidáceo *Paramysis kervillei* com 41.7% de percentagem de ocorrência e aproximadamente 6 ind. m⁻² de densidade. Camarões e anfípodes ocorreram em menor densidade. Os camarões apresentaram uma percentagem de ocorrência de 5.3% e uma densidade de 1 ind. m⁻²

enquanto que os anfípodes ocorreram também numa densidade aproximada de 1 ind. m⁻², e uma percentagem de ocorrência de 4.1%.

Para o local 2 e contrariamente ao que aconteceu no local 1, o misidáceo *P. kervillei* foi o que ocorreu em maior densidade e percentagem (7 ind. m⁻² e 77.6%, respetivamente). Neste local, o misidáceo *B. nobilis*, apresentou uma densidade de 2 ind. m⁻² e uma percentagem de ocorrência de 21.9%. Por seu lado, os camarões e os anfípodes ocorreram em menor número, tendo sido capturados apenas 4 anfípodes, numa percentagem de ocorrência de 0.5%.

Por fim, no local 3, verificou-se novamente, uma elevada densidade de *B. nobilis* e, por conseguinte, uma elevada percentagem de ocorrência destes indivíduos (11 ind. m⁻² e 77.6%). A espécie *P. kervillei*, apresentou uma percentagem de ocorrência de 23.1% correspondente a uma densidade de 3 ind. m⁻². Por fim, os camarões e anfípodes ocorreram em menor abundância com uma percentagem de 0.2 e 0.6% respetivamente.

No que se refere à amostragem 2 e para o local 1, o misidáceo *B. nobilis*, também foi o que apresentou maior densidade (11 ind. m⁻² correspondentes a uma percentagem de ocorrência de 68.8%). A espécie *Paramysis kervillei* ocorreu numa densidade de 4 ind. m⁻², representando 22.9% da amostra. Camarões e anfípodes ocorreram ambos numa densidade de cerca de 1 ind. m⁻² diferindo a percentagem de ocorrência, sendo que os primeiros ocorrem em 4.5% e os segundos em 3.7%.

No local 2, as duas espécies de misidáceos *B. nobilis* e *P. kervillei*, ocorreram numa densidade semelhante (4 ind. m⁻²), mas em percentagens de ocorrência diferentes (48.4% e 50.4% respetivamente). De igual forma, camarões e anfípodes, também apresentaram densidades semelhantes, mas percentagens de ocorrência diferentes (0.5 e 0.6%, respetivamente).

Por fim, no local 3, observou-se uma elevada ocorrência de *P. kervillei*, onde ocorreram 11 ind. m⁻², com uma percentagem de ocorrência na amostra de 81.1%. O misidáceo *M. slabberi*, só ocorreu neste local e nesta amostragem, com uma percentagem de ocorrência de 17.3% e uma densidade de 2 ind. m⁻². Camarões e anfípodes tiveram também aqui uma baixa ocorrência, representando apenas 0.3% e 1.3% da amostra, respetivamente (Tabela VII).

Tabela VII: Cálculo da quantidade de presas por m² e percentagem em que ocorrem em cada local nas amostragens 1 e 2.

Área arrastada: 90m ²	Amostragem 1			Amostragem 2		
	Local 1 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)	Local 2 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)	Local 3 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)	Local 1 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)	Local 2 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)	Local 3 Densidade (m ²) e Percentagem de ocorrência (%)
<i>Boreomysis nobilis</i>	48,9 % 7 indivíduos por m ²	21,9% 2 indivíduos/m ²	76,1% 11 indivíduos por m ²	68,8% 11 por m ²	48,4% 4 por m ²	0
Total de misidáceos desta espécie:	669,6	182,6	946,1	960	384,7	0
<i>Paramysis kervillei</i>	41,7% 6 por m ²	77,6% 7 por m ²	23,1% 3 por m ²	22,9% 4 por m ²	50,4% 4 por m ²	81,1% 11 por m ²
Total de misidáceos desta espécie:	570,4	647,4	287,9	320,0	400,4	964,4
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	0	0	0	0	0	17,3% 2 por m ²
Total de misidáceos desta espécie	0		0	0	0	205,6
Camarões	5,3% 1 por m ²	0	0,2% 0 por m ²	4,5% 1 por m ²	0,5% 0,0 m ²	0,3% 0 por m ²
Total de camarões:	72	0	2	63	4	3
Anfípodes	4,1 % 1 por m ²	0,5% 0 por m ²	0,6% 0 por m ²	3,7% 1 por m ²	0,6% 0 por m ²	1,3% 0 por m ²
Total de anfípodes:	56	4	8	52	5	16
Total de presas	1368	834	1244	1395	794	1189

O total de presas analisadas em cada local e nas duas amostragens será detalhado nas figuras seguintes.

De entre os locais amostrados, verificou-se uma maior concentração de presas no local 1 com um total de 1,368 presas na amostragem 1 e 1,395 na segunda amostragem. O local 3, tal como o primeiro local apresentou uma elevada concentração de potenciais presas em ambas as amostragens (1,244-amostragem 1 e 1,189 presas-amostragem 2) (Figura 9). O local 2 que foi o que apresentou uma menor quantidade de presas nas duas amostragens (Amostragem 1-834 presas e amostragem 2-794).

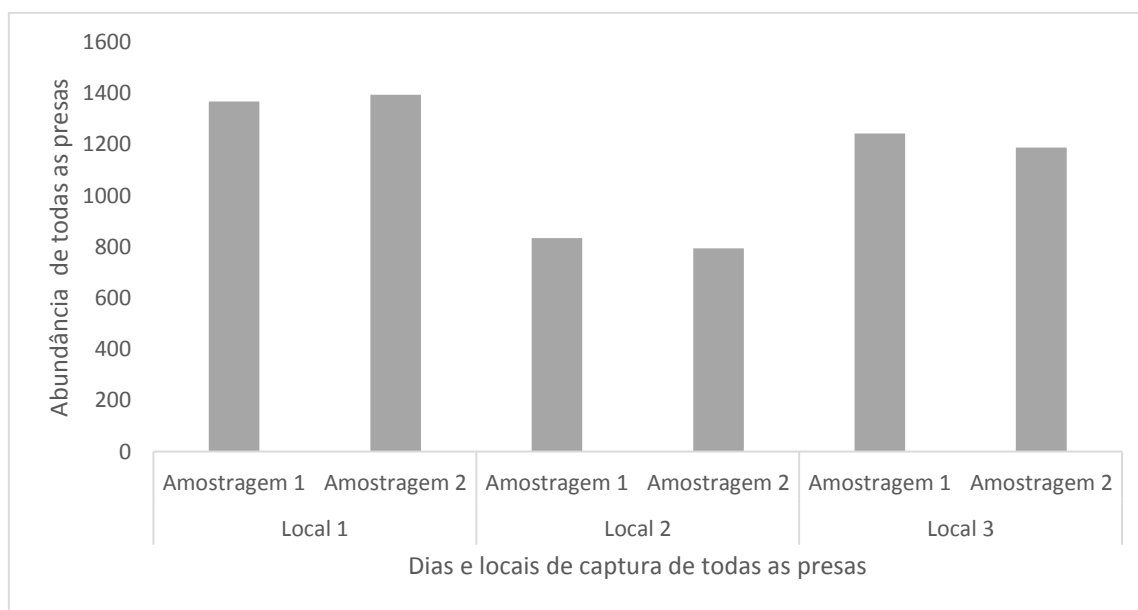


Figura 9: Abundância de presas registadas nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

A figura 10 representa a abundância de camarões nas duas amostragens para os diferentes locais. O local 1 foi onde se verificou uma maior abundância de camarões em ambas as amostragens (Amostragem 1 – 72 camarões e Amostragem 2 – 63 camarões). Nos locais 2 e 3 a abundância destes organismos foi baixa.

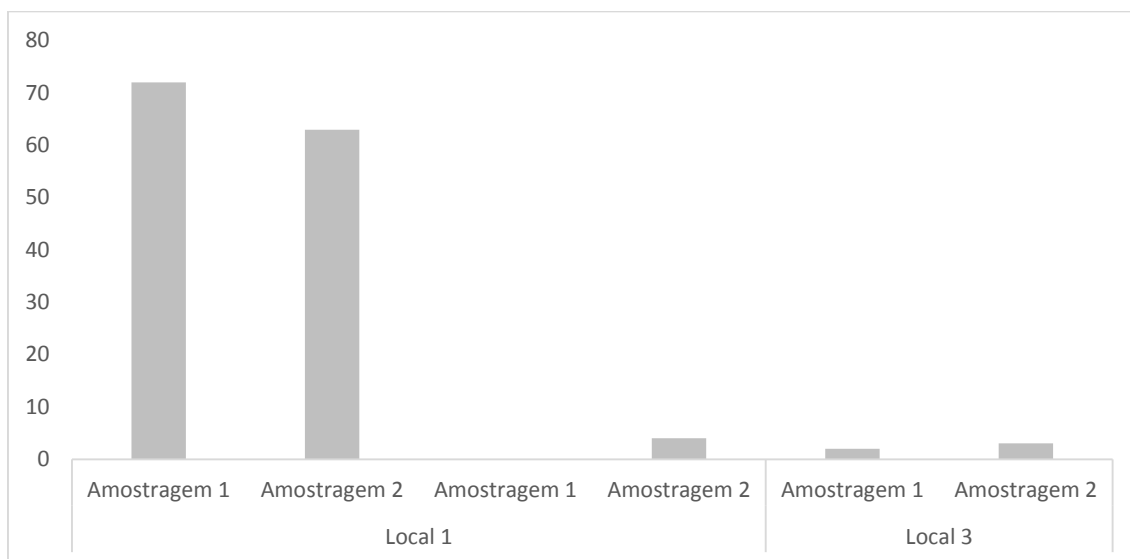


Figura 10: Abundância de camarões registrada nos locais 1,2 e 3 nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

A concentração de presas do tipo anfípodes foi bastante distinta nos três locais amostrados mas semelhante entre amostragens realizadas no mesmo local (figura 11). Novamente foi o local 1 que apresentou uma maior quantidade destas presas nas duas amostragens mencionadas (56 anfípodes na amostragem 1 e 52 na amostragem 2). Por seu lado, o local 2 e o local 3 registaram uma baixa concentração deste animal (Amostragem 1-4 anfípodes; Amostragem 2-5 anfípodes para o local 2; Amostragem 1-8 anfípodes; Amostragem 2-8 anfípodes no local 3).

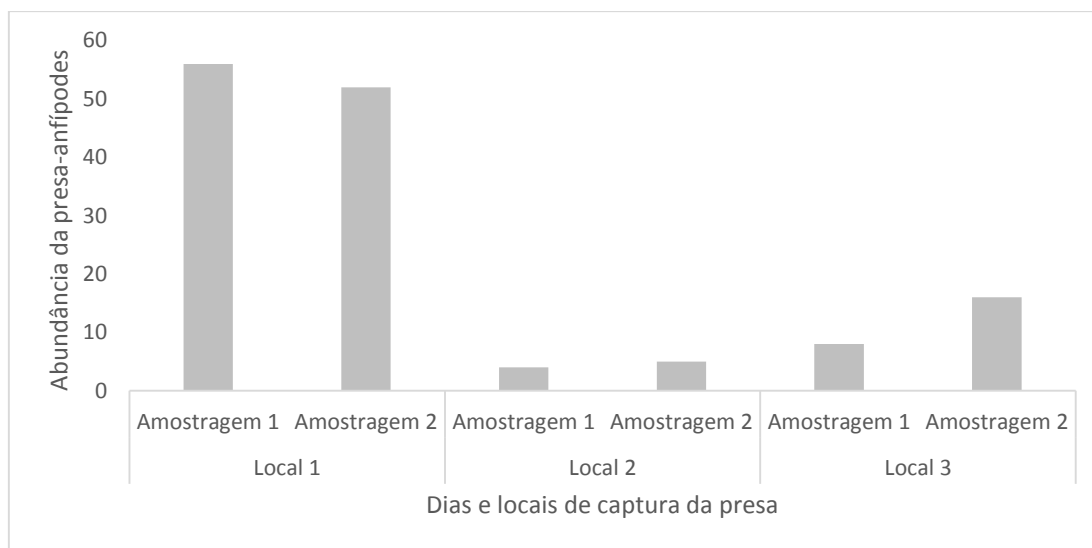


Figura 11: Abundância de anfípodes registrada nos locais 1, 2 e 3, nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Relativamente, aos misidáceos, estes foram identificados nos três locais de amostragem, tendo-se verificado que no local 3 a sua ocorrência foi superior em ambas as amostragens comparativamente aos restantes dois locais (Figura 12).

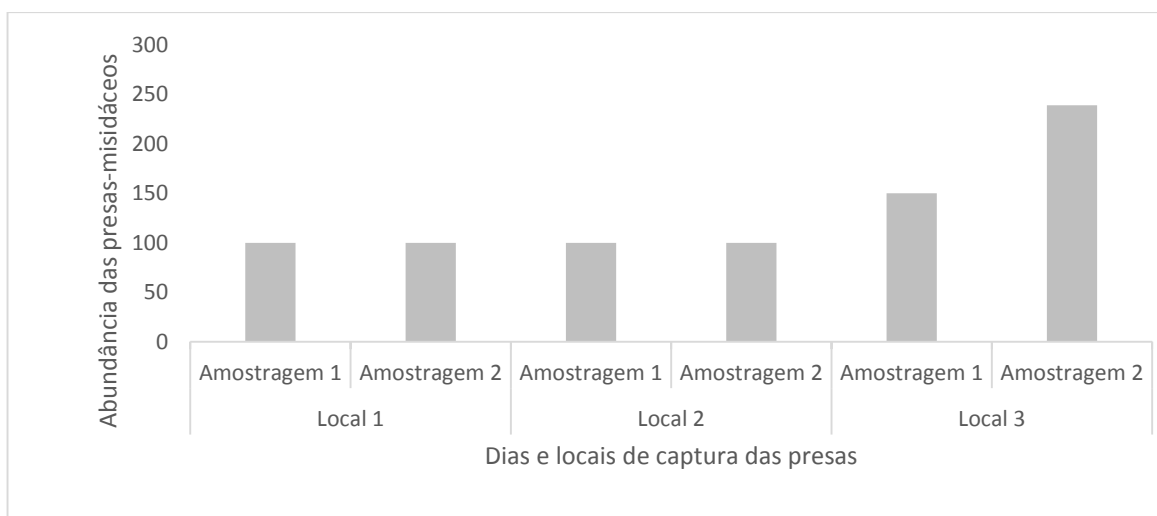


Figura 12: Abundância de misidáceos analisados registados nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

O local 1 apresentou 54 misidáceos, analisados da espécie *B. nobilis* na amostragem 1 e 75 na amostragem 2. O local 2 foi o que apresentou menor quantidade de *B. nobilis*, com 22 na amostragem 1 e 49 na amostragem 2. Por fim, observou-se uma maior quantidade desta espécie de misidáceo no local 3 na primeira amostragem (115 misidáceos) (Figura 13).

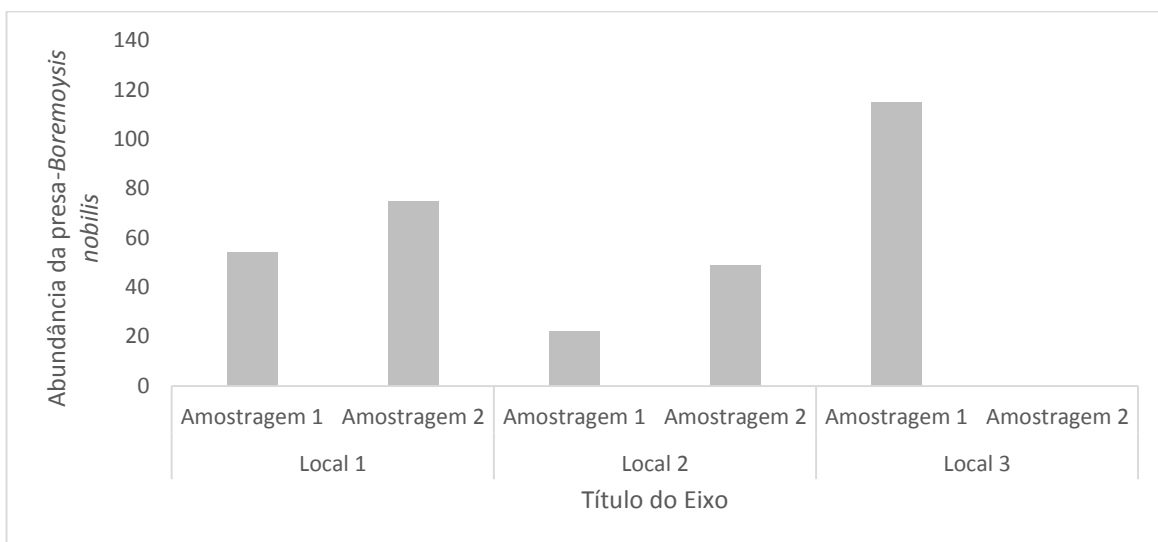


Figura 13: Abundância de misidáceos da espécie *Boreomysis nobilis* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

O primeiro local verificou uma menor abundância (46 misidáceos-amostragem 1 e 25 na amostragem 2) do organismo representado na figura 10. Segue-se o segundo local que observou 78 destes misidáceos na amostragem 1 e 51-na 2). Dos 3 locais de amostragem, o terceiro foi o que verificou maior abundância do misidáceo *P. kervillei* na segunda amostragem (197 misidáceos) enquanto que na primeira foram apenas 35 (Figura 14).

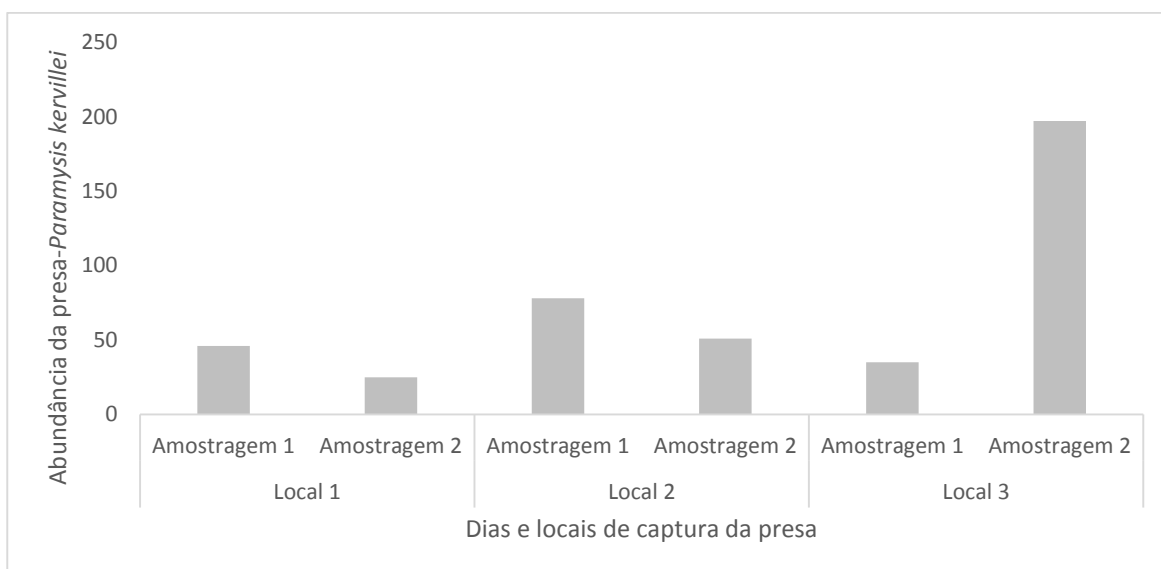


Figura 14: Abundância de misidáceos da espécie *Paramysis kervillei* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

O misidáceo *M. slabberi* ocorreu apenas na segunda amostragem realizada no local 3 (figura 15).

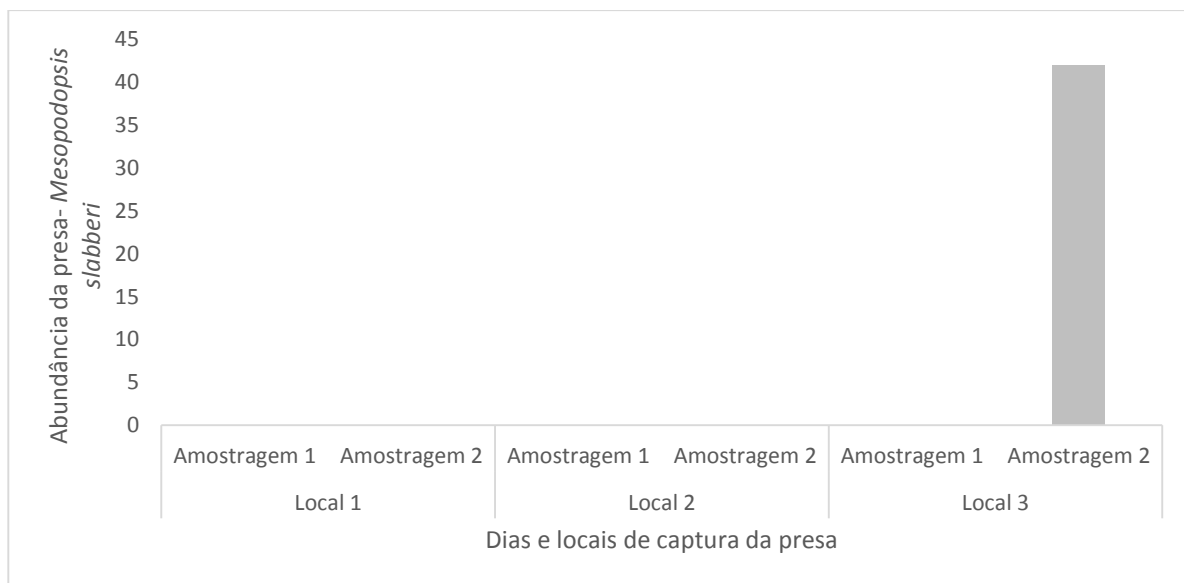


Figura 15: Abundância de misidáceos da espécie *Mesopodopsis slabberi* registrada nos locais 1, 2 e 3 e nas amostragens 1 e 2 na Ria Formosa.

Relativamente à categoria designada como total de misidáceos (incluindo os misidáceos analisados e os restantes) novamente o local 1 foi o local que apresentou maior abundância (Amostragem 1-1240 e amostragem 2-1280). Nos locais 2 (Amostragem 1-830; Amostragem 2-785) e local 3 (Amostragem 1-1234; Amostragem 2-1170) os misidáceos ocorreram em menor abundância em ambas as amostragens (figura 16).

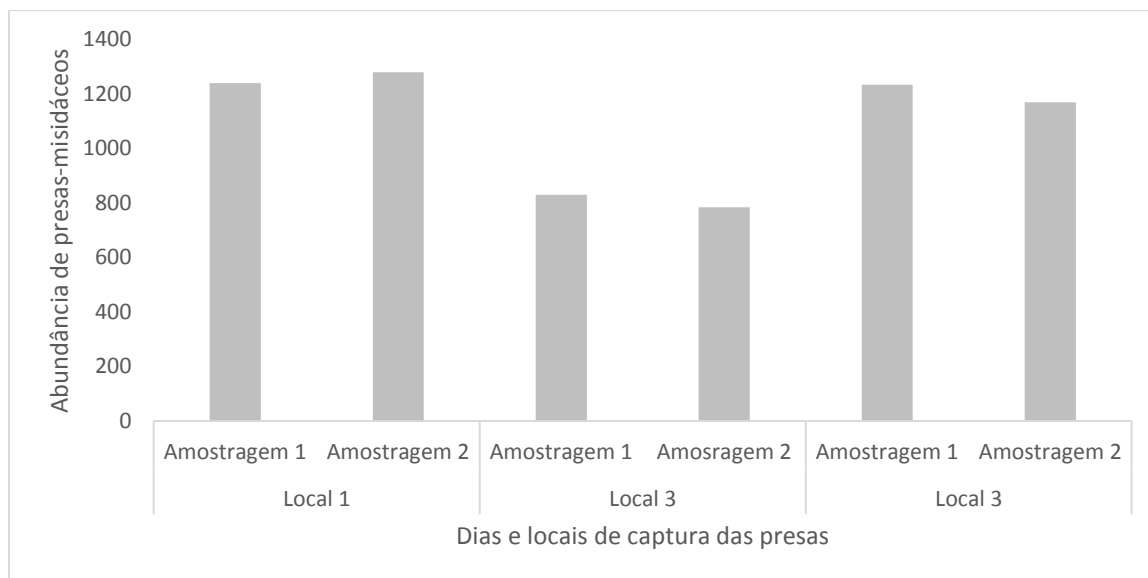


Figura 16: Abundância de misidáceos (analisados e não analisados) registados nas amostragens 1 e 2 nos locais 1, 2 e 3 na Ria Formosa.

Análise estatística

Peso

A tabela 2 e a figura 17 representam os valores de peso de machos e fêmeas registados nos três locais do meio natural. Em relação aos machos, o local 3 apresentou os maiores valores de peso (8.9 ± 1.0). Não foram observadas diferenças significativas entre os locais 1 e 2, e 1 e 3 (Two way Anova, $p > 0.05$). No entanto, foi observado que os cavalos marinhos machos do local 3 (8.9 ± 1.0) tinham um peso superior ao do local 2 (7.3 ± 1.0), ($p < 0.05$). Não foram observadas diferenças entre o peso das fêmeas nos três locais ($p > 0.05$). Diferenças significativas entre sexos apenas foram encontradas no local 3 ($p < 0.05$).

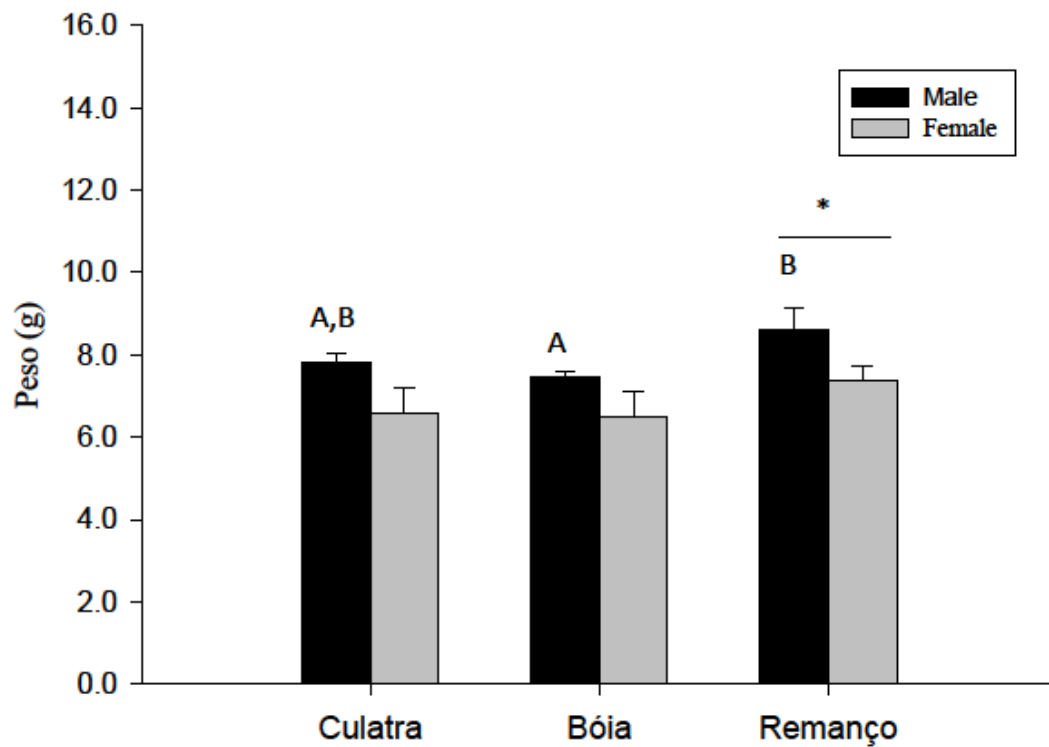


Figura 17: Peso médio dos cavalos-marinhos de ambos os sexos nos Locais 1, 2 e 3 de meio natural.

Comprimento

Relativamente ao comprimento, verificou-se que existem apenas diferenças significativas ($p < 0.05$) entre os animais amostrados nos locais 1 e 3 (Tabela 2 e figura 18).

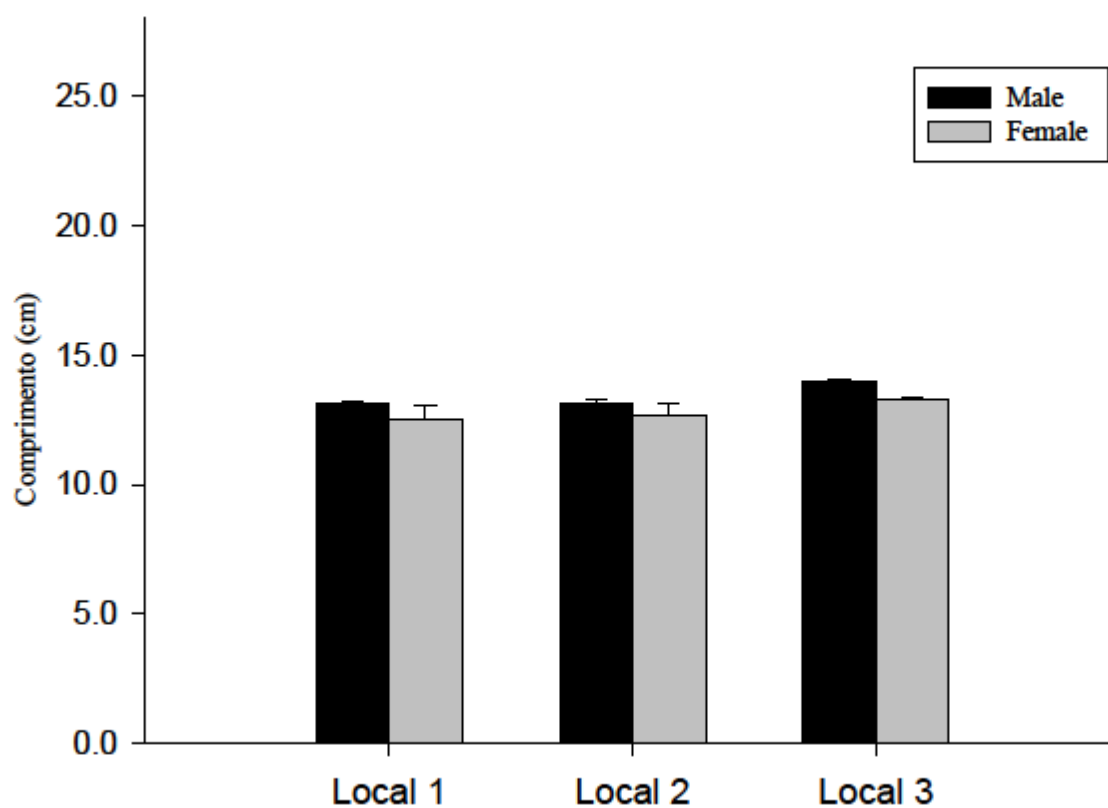


Figura 18: Comprimento médio dos cavalos-marinhos de ambos os sexos nos Locais 1, 2 e 3 de meio natural.

Índice de condição física

Cavalos-marinhos em cativeiro

Verificou-se um aumento do índice de condição física dos cavalos-marinhos de todos os tanques ao longo do tempo de experiência, excepto nos tanques 7 e 8.

Registou-se um índice de condição física médio no início da experiência de 8.2 ± 5.7 de todos os cavalos-marinhos de cativeiro, tendo aumentado este e atingido o valor médio de 13.2 ± 5.7 no final da experiência (Tabela VIII).

Tabela VIII: Índice de Condição Física e Índice de Condição Física médio dos cavalos-marinhos em cativeiro dos 10 tanques no primeiro e último dia de experiência.

Índice de Condição Física-todos os cavalos-marinhos em cativeiro			
Nºtanques	Inicial (1ºdia de experiência)	Nºtanques	Final (último dia de experiência)
1	3.2	1	5.3
2	3.1	2	9.3
3	2.0	5	20.3
4	4.2	6	19.0
5	16.1	7	8.4
6	3.4	8	9.4
7	10.0	9	16.5
8	10.0	10	17.3
9	15.9		
10	13.8		
Média ± Desvio-padrão	Machos de cativeiro-Inicial		Machos de cativeiro-Final
	8.2 ± 5.7		13.2 ± 5.7

Cavalos-marinhos machos em cativeiro

Novamente, observou-se um aumento do índice de condição física dos cavalos-marinhos machos em cativeiro durante o tempo de experiência, exceto o peixe do tanque 8. Verificou-se para os cavalos-marinhos machos que se encontravam em cativeiro um índice de condição física inicial médio de 8.0 ± 6.0 , tendo este atingido um valor médio de 13.9 ± 5.8 no final da experiência (Tabela IX).

Tabela IX: Índice de Condição Física e Índice de Condição Física médio dos cavalos-marinhos machos em cativeiro no primeiro e último dia de experiência.

Índice de Condição Física-cavalos-marinhos machos em cativeiro			
Nºtanques	Inicial (1ºdia de experiência)	Nºtanques	Final (último dia de experiência)
1	3.2	1	5.3
2	3.1	2	9.3
3	2.0	5	20.3
4	4.2	6	19.0
5	16.1	8	9.4
6	3.4	9	16.5
8	10.0	10	17.3
9	15.9		
10	13.8		
Média ± Desvio-padrão	Machos de cativeiro-Inicial		Machos de cativeiro-Final
	8.0±6.0		13.9±5.8

Cavalos-marinhos de cativeiro e os dos três locais de meio natural.

Registrou-se uma melhor condição física dos cavalos-marinhos em meio natural do que os de cativeiro (13.2 ± 5.7). De entre os três locais de meio natural, os peixes do local 3 apresentaram valores de índice de condição física mais elevados que os outros locais (22.8 ± 7.6) (Tabela X).

Tabela X: Comparação do Índice de Condição Física e do índice de condição física médio dos cavalos-marinhos nos três locais de amostragem em meio natural e os índices de condição física dos dez cavalos-marinhos dos tanques de cativeiro no último dia de experiência.

TODOS							
Sexos	Índice de condição física- Local 1	Sexos	Índice de condição física- Local 2	Sexos	Índice de condição física- Local 3	Cativeiro-finais	Nºtanques
Machos	27,4	Machos	18,8	Machos	20,7	5,3	Tanque 1
Machos	10,1	Machos	18,9	Machos	21,6	9,3	Tanque 2
Machos	21,1	Machos	9,5	Machos	31,7	20,3	Tanque 5
Machos	18,9	Machos	28,7	Machos	30,0	19,0	Tanque 6
Machos	16,7	Machos	13,4	Machos	30,3	8,4	Tanque 7
Machos	21,1	Machos	14,7	Machos	21,6	9,4	Tanque 8
Machos	22,4	Machos	22,9	Machos	20,4	16,5	Tanque 9
Machos	26,8	Machos	14,6	Machos	29,6	17,3	Tanque 10
Machos	23,6	Machos	18,8	Machos	29,3		
Fêmeas	18,6	Machos	17,8	Machos	37,5		
Fêmeas	23,2	Fêmeas	13,4	Machos	19,0		
Fêmeas	9,0	Fêmeas	21,5	Fêmeas	11,1		
Fêmeas	14,7	Fêmeas	11,1	Fêmeas	14,6		
Fêmeas	23,4	Fêmeas	5,1	Fêmeas	5,6		
Fêmeas	10,4	Fêmeas	21,8	Fêmeas	19,9		
Fêmeas	13,4	Fêmeas	6,2	Fêmeas	21,9		
Fêmeas	11,0	Fêmeas	23,2	Fêmeas	20,8		
Fêmeas	15,0	Fêmeas	6,9	Fêmeas	17,9		
Fêmeas	23,0	Fêmeas	14,3	Fêmeas	24,4		
Fêmeas	7,5	Fêmeas	19,3	Fêmeas	27,7		
Média±Desvio-padrão	Local 1		Local 2		Local 3		Cativeiro
	17,9±6,2		16,0±6,3		22,8±7,6		13,2±5,7

Analisando apenas os machos amostrados em ambiente natural e os machos de cativeiro, mais uma vez se verificou que os primeiros (em todos os locais amostrados, respetivamente, 20.9 ± 5.3 , 17.8 ± 5.3 e 26.5 ± 6.1 para os locais 1, 2 e 3) apresentaram um índice de condição superior aos animais de cativeiro (13.9 ± 5.8) (Tabela XI).

Tabela XI: Cálculo do índice de condição física médio dos cavalos-marinhos machos nos três locais de amostragem em meio natural e dos índices de condição física médios dos cavalos-marinhos machos em cativeiro no último dia de experiência.

	Local 1		Local 2		Local 3		Cativeiro
Índice de condição física: Média \pm Desvio-padrão	$20,9 \pm 5,3$	Média \pm Desvio-padrão	$17,8 \pm 5,3$	Média \pm Desvio-padrão	$26,5 \pm 6,1$	Média \pm Desvio-padrão	$13,9 \pm 5,8$

Análise estatística

Cavalos-marinhos de cativeiro e de meio natural

A figura 19 representa as diferenças no índice de condição física entre os cavalos-marinhos presentes nos três locais de meio natural e o índice de condição física dos cavalos-marinhos em cativeiro.

Os indivíduos do local 3 diferiram a sua condição física dos indivíduos do local 2 ($p < 0.010$) e dos que se encontravam em cativeiro ($p < 0.005$).

Por seu lado, os valores dos índices de condição física dos peixes do local referido em primeiro lugar não apresentaram diferenças significativas aos dos peixes do local 1, $p > 0,095$.

Os cavalos marinhos que habitavam este local último local, também se assemelharam aos indivíduos de cativeiro e do local 2 ($p > 0.336$ e $p > 0.816$, respetivamente), no que toca à sua condição física.

Deste modo e igualmente, os peixes do local 2 e de cativeiro não apresentaram diferenças significativas nos seus valores de índices de condição física ($p>0.733$).

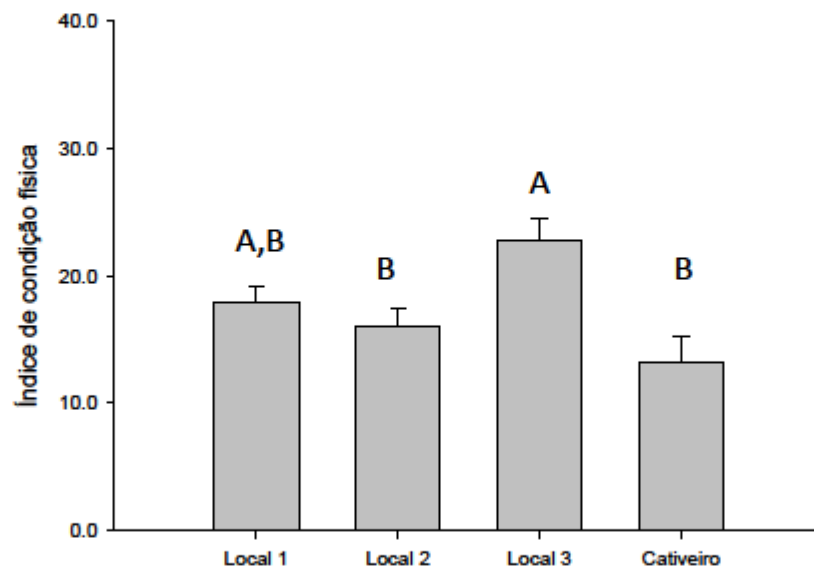


Figura 19: Índice de condição física dos cavalos-marinhos *H. guttulatus* selvagens amostrados e cultivados. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Cavalos-marinhos machos de cativeiro e meio natural

As diferenças na condição física dos cavalos-marinhos machos de cativeiro e meio natural estão apresentadas na figura 20.

Assim, os peixes do local 3 de ambiente natural apresentaram uma condição física diferente ($p<0.001$) dos indivíduos de cativeiro.

A condição física dos animais amostrados no terceiro local foi também significativamente diferente dos indivíduos provenientes do local 2 ($p < 0.006$). Os indivíduos provenientes do local 2, por seu turno, assemelharam-se aos indivíduos de cativeiro, não havendo diferenças significativas entre ambos ($p > 0.506$).

No entanto, os cavalos marinhos que habitavam o local 1 mostraram semelhanças na sua condição física em relação aos cavalos marinhos do local 3 ($p > 0.19$), do local 2 ($p > 0.633$) e os de cativeiro ($p > 0.085$).

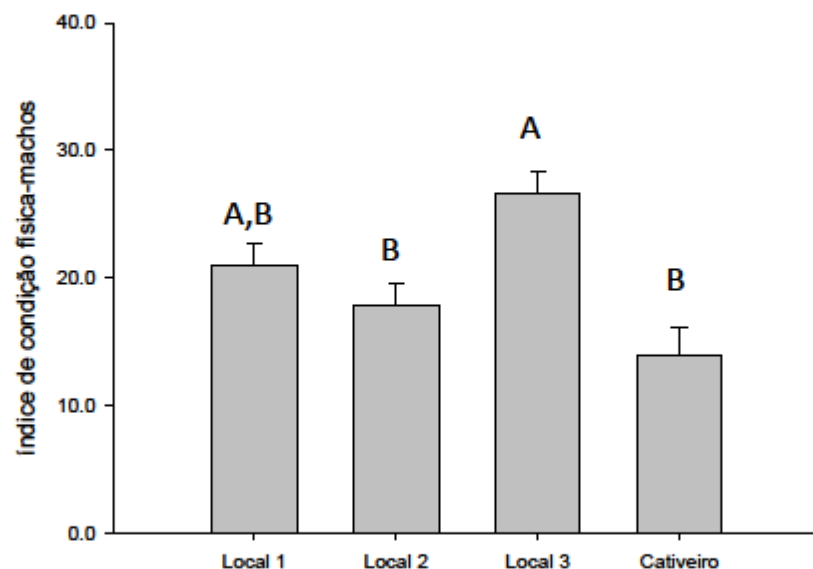


Figura 20: Índice de condição física dos machos de cavalo-marinho, *H. guttulatus* selvagens e de cultivo. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Cavalos-marinhos machos e fêmeas de meio natural

Pode-se verificar que existem diferenças entre machos e fêmeas no meio natural, ($p < 0.005$) (Figura 21). No entanto, esta diferença entre sexos apenas se observou nos locais 1 ($p < 0.037$) e 3 ($p < 0.003$), representadas pelo # nas barras do gráfico da figura 19 nos dois locais, já que no local 2 não se observou diferenças significativas entre machos e fêmeas ($p > 0.192$).

Em relação aos machos, o índice de condição dos indivíduos provenientes dos local 2 e do local 3 é também ele significativamente diferente ($p < 0.004$).

Os cavalos-marinhos machos encontrados no local 1 assemelham a sua condição física aos cavalos marinhos presentes nos locais 2 ($p > 0.461$) e no local 3 ($p > 0.077$).

Por fim e quanto às fêmeas presentes nos três locais, estas não apresentam diferenças significativas entre elas ($p > 0.005$).

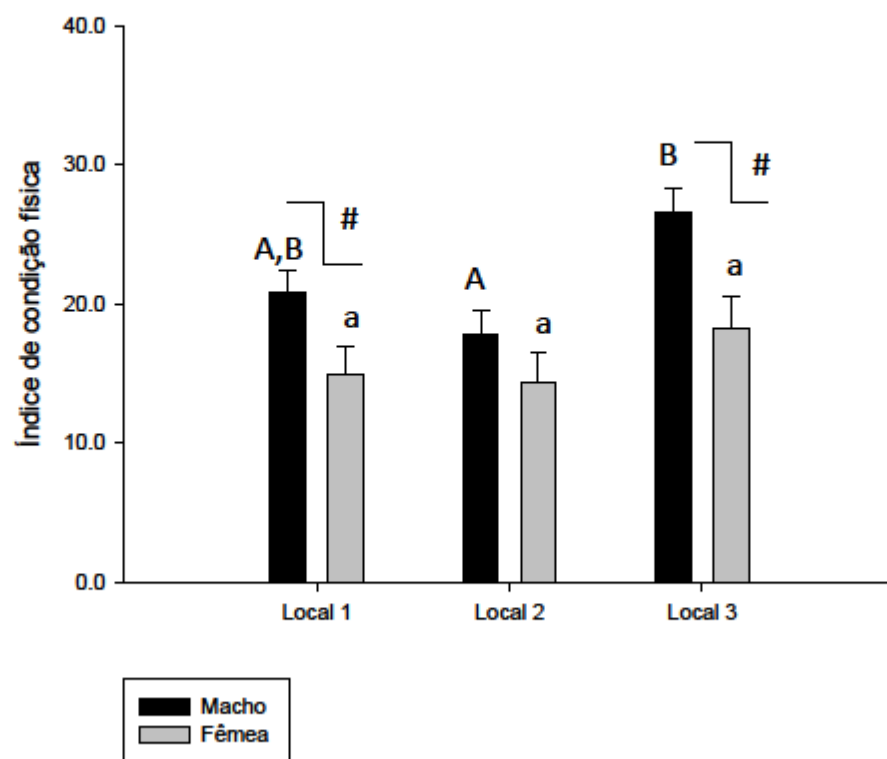


Figura 21: Análise comparativa do índice de condição entre machos e fêmeas selvagens. Diferentes letras é indicação de diferenças significativas entre valores.

Discussão

Cavalos-marinhos de cativeiro

Relativamente aos cavalos-marinhos desta experiência mantidos em cativeiro, o aumento verificado e previsto no peso e no comprimento ao longo do tempo de experiência (cavalos marinhos grandes), com no entanto algumas excepções (cavalos marinhos pequenos), deve-se ao facto de que em condições controladas, sem competição, predação e/ou outras condições ambientais adversas (por exemplo as fortes correntes de maré do meio natural), os cavalos-marinhos apresentam maior probabilidade de exhibir um comportamento trófico diferente do que o que realizam no seu habitat natural (Storero, 2009).

Em cativeiro, parecem nadar e explorar agilmente o alimento, pois as presas também são mais facilmente vistas e vulneráveis. Este mesmo sistema apresenta igualmente condições óptimas para a predação por parte dos peixes que se encontram nos tanques, no que toca à ausência de corrente como a do meio natural e outros predadores possibilitando assim uma alta disponibilidade de presas aos cavalos-marinhos (Storero, 2009). Deste modo e com o intuito de selecionarem o tipo de presas que mais lhe interessam (no caso da experiência foram apenas misidáceos), os cavalos-marinhos adquirem uma estratégia móvel activa (Storero, 2009).

No mesmo estudo de Storero (2009), observações comportamentais demonstraram que os cavalos-marinhos gastam mais de 50% do seu tempo em posição estática. Tal fato foi demonstrado anteriormente em experiências de tempo-investimento com outros peixes do género *Hippocampus* e obtiveram como principais resultados, o sucesso na captura de presas quando adquiriram estratégias de predação como camuflagem e emboscada (Storero, 2009).

Outra explicação para os cavalos-marinhos desta experiência crescerem, poderá ser o fato de os animais que se encontravam nos tanques serem alimentados com misidáceos, que como foi descrito anteriormente (*H. abdominalis* por Woods & Valentino (2003) e *H. hippocampus* por Koldewey (2015)) têm um elevado valor nutritivo oferecendo uma boa condição física aos cavalos-marinhos que deles se alimentam. No entanto, como já referido, houve algumas excepções a este padrão (cavalos marinhos pequenos). A morte de alguns animais em cativeiro

poderá ter sido devida a dificuldades de adaptação aos novos tanques usados, mais pequenos e com deficientes estruturas de fixação, ou então preferirem outro tipo de alimentação. Neste contexto deveriam ser disponibilizados outros tipos de presas para além dos misidáceos (por exemplo crustáceos que fazem parte da alimentação natural da maior parte das espécies de cavalos marinhos) para deste modo retirar conclusões acerca das preferências alimentares e quais as dietas que são nutricionalmente mais adequadas, nas condições de cativeiro a que foram sujeitos.

A curta duração das experiências também poderá ter contribuído para o crescimento lento dos cavalos-marinhos pequenos, influenciando a sua sobrevivência e fitness.

De modo a complementar esta informação o FCR apresenta como valor ideal 1, de modo a que os peixes aumentem 1 grama de peso durante o intervalo de tempo em que ocorreu a experiência e se for menor que 1 é sinal que os cavalos-marinhos estão a emagrecer Woods (2005).

Por outro lado, o SGR valores elevados inversamente aos valores de FCR baixos (mas não negativos) que apresenta valores mais próximos do valor ideal 1, quer dizer que o peixe está a crescer de forma saudável e a converter eficazmente em peso o alimento que lhe é fornecido. Deste modo, esta explicação vem comprovar de uma forma geral os valores apresentados para os cavalos-marinhos pequenos e grandes deste estudo, na medida em que os peixes grandes apresentam um Índice de Consumo Alimentar mais elevado em cada semana de experiência, acompanhado do seu consumo diário de alimento que também é maior, tendo esse variado de forma inversa com a Taxa de Crescimento Específica, o que quer dizer que estão a converter eficazmente o alimento que ingerem em peso. Apesar de terem emagrecido na segunda semana, depois recuperaram bem nas outras semanas, aumentando o seu FCR para 3 aproximadamente, nas últimas semanas de experiência. Atingem um valor próximo do ideal de FCR (1) na primeira semana de experiência, sendo que a sua SGR é negativa, pois estão a assimilar bem o alimento.

Isto pode dever-se ao fato de se encontrarem em novas condições de cativeiro e a forma que têm de se protegerem é ingerir elevadas quantidades de alimento. Acerca dos cavalos-marinhos pequenos, estes vão aumentando mais lentamente o seu FCR em cada semana, o seu

consumo diário é igualmente menor, transformando em peso, acompanhado da reação inversa da SGR. Concluindo, nos 36 dias de experiência os cavalos-marinhos pequenos em comparação com os grandes, obtiveram um FCR maior (valores maiores que 1) e uma SGR menor, o que prova que os primeiros precisam de ingerir mais alimento para o seu peso aumentar 1 grama no tempo de experiência (Jorge Palma, com. Pess).

Cavalos-marinhos em meio natural

Dos três locais amostrados em meio natural, o local 1, foi o que obteve um maior aumento de peso e comprimento dos seus cavalos-marinhos, seguido do local 2 e por fim o local 3. Tal deve-se provavelmente ao fato de que o primeiro local apresenta um elevado coberto de fundo (conchas, ascídeas e macroalgas) no seu fundo arenoso e com profundidade média de 4 metros. Curtis & Vincent (2005) vêm comprovar esta afirmação ao descobrirem que a abundância de *H. guttulatus* é positiva e significativamente correlacionada com a percentagem de cobertura de vegetação e da presença de invertebrados bentônicos imóveis.

O local 3 apresentou menor relação entre peso e comprimento. Este fato não estava previsto, pois o terceiro local com fundo vasoso apresenta maior abundância de presas do que o segundo local. Sugere-se que no local 3, apesar de haver elevada abundância de presas, seja um habitat de menor complexidade e com poucas estruturas de fixação essenciais a estes animais. Apesar da elevada profundidade (8m), o local 2 apresenta um fundo arenoso estéril, com pouca biodiversidade e consequentemente uma baixa abundância de presas, sendo que os cavalos-marinhos deverão ter um crescimento mais limitado.

Os misidáceos encontram-se em grande número em todo o ambiente marinho e são conhecidos por fazerem parte da dieta de muitas espécies de peixes, focas e aves (McLaren, 1958; Mauchline, 1980; Astthorsson, 1984; Houston & Haedrich, 1986; Sanger, 1987). O misidáceo da espécie *Boreomysis nobilis*, ocorreu em maior número no local 3 na primeira amostragem, sendo que na segunda a sua abundância diminuiu drasticamente, não se registrando nenhum misidáceo desta espécie. Este misidáceo é uma espécie característica de águas profundas e frias (Clark *et al*, 1993). O local 1 e nas duas amostragens, foi o segundo a

registar uma maior abundância desta presa, sendo explicado pela elevada biodiversidade presente neste local.

Quanto ao misidáceo *Paramysis kervillei*, não é uma espécie muito conhecida (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=120203>), mas pela sua percentagem de ocorrência, pode supor-se que habita predominantemente habitats de baixa complexidade, em particular nos locais 2 e 3.

A espécie *Mesopodopsis slabberi*, só ocorre em menor abundância no local 3. Este misidáceo é muito comum em meio estuarino, tendo sido registado virtualmente em todos os estuários europeus (Barnes 1994 & Tattersall 1951). Drake (2011), no estuário de Guadalquivir, refere que *Mesopodopsis slabberi* é uma espécie marinha com uma tolerância moderada a baixa salinidade (Vilas *et al*, 2008). Esta espécie de misidáceo esteve presente durante todo o ano com maiores densidades no Outono (Drake, 2011) (altura em que foram recolhidas as amostras de presas).

Segundo Drake (2011), *Mesopodopsis slabberi* é bem dependente da disponibilidade de fitoplâncton. Não se pode excluir que a ocorrência de *blooms* fitoplanctónicos, devido ao excesso de nutrientes no estuário possam causar pontualmente grande abundância desta espécie. O complexo padrão de correntes na Ria Formosa poderá induzir padrões de distribuição de fitoplâncton e misidáceos, assim explicando as diferenças entre os locais amostrados.

As presas menos abundantes registadas nas amostragens de plâncton foram os camarões e os anfípodes, presas potenciais dos cavalos-marinhos. No entanto não podemos excluir a hipótese de que estes animais, sendo mais móveis e associados ao fundo, possam ter taxas de evitamento da rede de amostragem, o que poderia subestimar a sua abundância.

Estes resultados sugerem o consumo mais elevado de presas relativamente móveis, como é o caso dos misidáceos, por parte das espécies de cavalos-marinhos de focinho comprido (*H.guttulatus*) que é a espécie de estudo desta dissertação de mestrado e de presas menos móveis, como os anfípodes pelos cavalos-marinhos de focinho curto (*H.hippocampus*) (Kendrick & Hyndes 2005).

Kitsos *et al*, (2008), refere que *H. guttulatus* é uma espécie relativamente sedentária que captura presas planctónicas com mais frequência do que *H. hippocampus*. O consumo das presas referidas atinge um pico na Primavera e no Outono, enquanto que o consumo de decápodes (essencialmente camarões carídeos), é menor no Outono (Woods, 2002). Em contraste, o consumo de misidáceos é relativamente constante ao longo do ano.

Em relação à diferença de alimento nos dois sexos, esta pode ocorrer onde há diferenças no comportamento global de machos e fêmeas, nas diferenças físicas e na segregação de habitat espacial ou sazonal (Molinero & Flos, 1991; Castillo-Rivera, 2000). *H. guttulatus* apresentou diferenças no peso e comprimento entre machos e fêmeas. Os machos apresentaram maior peso que as fêmeas em todos os locais, sendo o local 3 o que contém os machos mais pesados dos três locais.

O período de reprodução estende-se de Março a Outubro, dependendo da temperatura e da duração da gestação que são cerca de 21 dias (Curtis, 2007; Magda *et al*, 2015). Nesta altura as fêmeas têm maior necessidade de se alimentarem de forma mais intensa de forma a obter mais energia para a reprodução (kitsos *et al*, 2008). Após a fecundação não desempenham qualquer cuidado com a prole (Teixeira & Musick 2001), sendo os machos que apresentam maiores cuidados parentais. Esta explicação pode justificar o facto de as presas terem menor peso que os machos na época da amostragem efetuada.

Índice de condição física

Ao longo do tempo de experiência e conforme iam ingerindo mais ou menos alimento o índice de condição física dos peixes que se encontravam em sistema de cativeiro foi aumentando, sendo que os machos atingiram melhor condição física. Analisando de uma forma mais detalhada os índices de condição física dos animais em cativeiro e sabendo que quantidade de comida precisam de comer para obter esses índices, extrapolou-se e comparou-se esses valores, aproximadamente com os animais de meio selvagem.

Quanto ao meio natural e em comparação com os animais de cativeiro, verificou-se que estes últimos estiveram em pior condição física que os dos 3 locais de meio natural, registrando valores de índices de condição mais baixos.

De entre os três locais da Ria Formosa, o local 3 era o que continha cavalos-marinhos em melhor condição física, seguido do local 1, e o local 2 com peixes em piores condições físicas. No entanto, relacionando todos os cavalos-marinhos e só os machos dos locais de meio natural e de cativeiro, veio-se comprovar que não há diferenças significativas entre as condições físicas dos indivíduos que de cativeiro, do local 1 e do local 2 da Ria Formosa. Essas diferenças são evidentes apenas entre o local 3 e os três locais mencionados.

No que diz respeito às diferenças nos índices de condição física entre machos e fêmeas dos 3 locais de meio natural, o local 3 proporciona melhor condição física aos seus machos, seguido do local 1 e por fim o local 2. As fêmeas estão nos três locais em pior condição física, devido ao motivo que foi anteriormente explicado relativamente ao peso e comprimento serem menores destas, pois é o final da época de reprodução e as fêmeas não exercem nenhum cuidado parental com os cavalos-marinhos juvenis e por isso não investem muito na sua alimentação como investem antes da reprodução, diminuindo o seu peso e comprimento e consequentemente o seu índice de condição física.

As diferenças entre sexos são mais notórias nos locais 1 e 3, onde os seus peixes se encontram em melhor condição física, não se registando no local 2, pois ambos os sexos apresentam má condição física. O fato do local 3 conter *H.guttulatus* com valores de índices de condição física mais elevados, deve-se à elevada abundância de presas (derivadas do tipo de solo vasoso) e de macroalgas (por exemplo do género *Codium*), servindo de estruturas de fixação (pois apesar de ter poucas são as preferidas pelos cavalos marinhos da espécie em estudo) para os cavalos-marinhos.

O local 1, intermediário, tendo características dos outros dois locais, foi o segundo que apresentou animais com as melhores condições físicas, o que poderá ser explicado pela elevada abundância de presas, profundidade em que os cavalos-marinhos se encontram normalmente (4 m) e elevada quantidade de macroalgas. No entanto, devido à elevada ação da pesca, por ser situado numa ilha piscatória, a ilha da Culatra (Correia, 2014), os cavalos-marinhos estão

também sujeitos a fatores de perturbação, piorando a condição física dos cavalos-marinhos presentes e por isso não é neste local que estão presentes os cavalos-marinhos com índices de condição física mais elevados.

As presas capturadas em meio natural e nos três locais, em menor ou maior abundância, concorda em parte com Kitsos *et al* (2008), que cita que as categorias de presas mais dominantes que fazem parte da dieta dos cavalos-marinhos *H.guttulatus* são anfípodes, decápodes (camarões) e misidáceos, sendo que os crustáceos (anfípodes e camarões) são mais dominantes, este caso não se verificou na experiência para estas classes de presas, mas sim para a classe dos misidáceos, pois encontravam-se em maior abundância nos três locais amostrados.

Em conclusão foi possível verificar que os cavalos-marinhos de meio natural estavam em melhor condição física que os de cativeiro. Uma justificação para esta afirmação é o fato de a Ria Formosa e como já foi referido anteriormente proporcionar condições ideais para a sobrevivência e boa condição física dos peixes que lá habitam, incluindo os cavalos-marinhos, relativamente à abundância de presas constituintes da dieta destes peixes, existência de estruturas de fixação, profundidades adequadas para estes animais e temperatura da água também são adequadas.

De modo a criar boas condições em cativeiro é necessário prolongar o tempo de experiência e talvez diversificar mais a alimentação não fornecendo só misidáceos, mas também tentar anfípodes e camarões, as estruturas de fixação e aumentar um pouco a profundidade e capacidade dos tanques.

Referências

Anderson, R.O., Gutreuter, S.J., (1983). Length weight and associated structural indices. In: Nielsen, L.A., Johnson, D.L. (Eds.), Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 283–300.

Aurélio, Maria Luísa, (2012). Physiological and behavioral responses of temperate seahorses (*Hippocampus guttulatus*) to environmental warming. Dissertação de Mestrado em Ecologia Marinha.

Bagenal, T.B., Tesch, F.W., (1978). Age and growth. In: Bagenal, T. (Ed.), Methods for Assessment of Fish in Fresh Waters, 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 101–136 (Chapter 5, IBP Handbook No.3).

Barclay W. & Zeller S., (1996) Nutritional enhancement of n-3

and n-6 fatty acids in rotifers and *Artemia* nauplii by feeding spray-dried *Schizochytrium* sp. *Journal of the World Aquaculture Society* 27,314-322.

Beyer, J.E., (1991). On length-weight relationships. 2. Computing mean weights from length statistics. *Fish byte* 9, 50-54.

Cabo, F.L., (1979). *Ichtiologia del Mar Menor (Murcia)*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia: 143-150.

Carlos Marco Tulio de Lima e, (2010). Avaliação do desempenho reprodutivo do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Ginsburg 1933) do Estuário do Rio Potengi (Rio Grande do Norte, Brasil) com vistas ao seu cultivo em bases sustentáveis. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Centro de Biociências Programa de Pós-Graduação e, Ecologia.

Correia Miguel, Jorge Palma, Heather Koldewey, José Pedro Andrade, (2013). Can artificial holdfast units work as a habitat restoration tool for long-snouted seahorse (*Hippocampus guttulatus* Cuvier)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 448. 258–264.

Correia Miguel José Teodoro, (2014). Trends in seahorse abundance in the Ria Formosa, South Portugal: recent scenario and future prospects. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências e Tecnologias.

Correia Miguel, Heather Koldewey, José Pedro Andrade, Jorge Palma, (2015). Effects of artificial holdfast units on seahorse density in the Ria Formosa lagoon, Portugal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 471.1-7.

Chang, M. and P. C. Southgate., (2001). Effects of varying dietary fatty acid composition on growth and survival of seahorse, *Hippocampus* sp., juveniles. *Aquarium Sciences and Conservation* 3:205–214.

CITES. 2001. Notification no., (2001/034). Notification to the Parties Concerning: Seahorse and Other Members of the Family Syngnathidae.

CLARK KIRSTEN J. AND WILLIAM THRELFALL+, (1993). THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION, POPULATION DYNAMICS AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *BOREOMYSIS NOBILIS* IN NEWFOUNDLAND FJORDS. *J. mar. biol. Ass. U.K* 3), 73,755-768.

Correia, M., Palma, J., Koldewey, H. & Andrade, J. P., (2013). Can artificial holdfast units work as a habitat restoration tool for long-snouted seahorse (*Hippocampus guttulatus* Cuvier)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 448, 258-264.

Correia, M., Palma, J., Koldewey, H. & Andrade, J. P., (2014). The use of a non-invasive tool for capture-recapture studies on a seahorse *Hippocampus guttulatus* population. *Journal of Fish Biology* 84, 872-884.

Cunha, A.H., Assis, J.F., Serrão, E.A., (2013). Seagrasses in Portugal: a most endangered marine habitat. *Aquat. Bot.* 104, 193 – 203.

Curtis Janelle M. R. e Amanda C. J. Vincent, (2005). Distribution of sympatric seahorse species along a gradient of habitat complexity in a seagrass dominated community. *Journal Marine Ecology Progress Series* 291:81-91; 81-91.

Curtis Janelle M. R. e Amanda C. J. Vincent., (2006).Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* Cuvier 1829, Journal of Fish Biology 68, 707–733.

Curtis Janelle M.R., Joaquim Ribeiro, Karim Erzini e Amanda C.J.Vicent., (2007). A conservation trade-off? Interspecific differences in seahorse responses to experimental changes in fishing effort, Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 17: 468–484.

Do, H.H., S.K. Truong, and H.T. Hoa., (1996). Feeding behaviour and food of seahorses in Vietnam. Third International Conference on the Marine Biology of the South China Sea, Hong Kong.

Do, H.H., Truong, S.K., Ho, T.H., (1998). Feeding behaviour and food of seahorses in Vietnam. In: Morton, B. (Ed.). The Marine Biology of the South China Sea III. Hong Kong University Press, Hong Kong, pp. 307– 319.

Elanor M. Bell, Jacqueline F. Lockyear, Jana M. McPherson, **, A. Dale Marsden & Amanda C.J. Vincent, (2003). First field studies of an Endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. *Environmental Biology of Fishes* 67: 35–46.

Erzini, K., (1994). An empirical study of variability in length-at-age of marine fishes. J. Appl. Ichthyol. 10, 17-41.

Forteath, N., (1997). The large bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*, a candidate for aquaculture. *Austasia Aquaculture* 11:52–54.

Foster, S.J., Vincent, A.C.J., (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. J. Fish Biol. 65, 1–61.

Furuita H., Konishi K. & Takeuchi T., (1999) Effect of different levels of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in *Artemia* nauplii on growth, survival and salinity tolerances of larvae of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture* 170, 59-69.

Garcia Luis Maria B., Grace V. Hilomen-Garcia, Fritzie T. Celino, Tomas T. Gonzales, Ronald J. Maliao. Diet composition and feeding periodicity of the seahorse *Hippocampus barbouri* reared in illuminated sea cages, (2012). *Aquaculture* 358, – 359 1 – 5.

G. La Mesa Æ M. La Mesa Æ P. Tomassetti, (2007). Feeding habits of the Madeira rockfish *Scorpaena maderensis* from central Mediterranean Sea. *Mar Biol.* 150:1313–1320.

Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canário, A.V.M., Erzini, K., (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.* 30, 253-256.

González-Ortegón Enrique, Pilar Drake, (2011). Effects of freshwater inputs on the lower trophic levels of a temperate estuary: physical, physiological or trophic forcing? *Aquatic Sciences (Aquat Sci.)* DOI 10.1007/s00027-011-0240-5.

Gristina Michele, Frine Cardone, Roberto Carlucci, Laura Castellano³, Sergio Passarelli & Giuseppe Corriero, (2013). Abundance, distribution and habitat preference of *Hippocampus guttulatus* and *Hippocampus hippocampus* in a semi-enclosed central Mediterranean marine area. *Marine Ecology*. ISSN 0173-9565.

Guimarães, M.H.M.E., Cunha, A.H., Nzinga, R.L., Marques, J.F., (2012). The distribution of seagrass (*Zostera noltii*) in the Ria Formosa lagoon system and the implications of clam farming on its conservation. *Journal for Nature Conservation* 20, 30–40.

HARASTI^a DAVID, TIM M. GLASBY^a and KEITH M. MARTIN-SMITH^b, (2010). Striking a balance between retaining populations of protected seahorses and maintaining swimming nets. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 20: 159–166.

HELLYER^a CHRISTOPHER B., DAVID HARASTI^b and ALISTAIR G. B. POORE^{a,*} (2011). Manipulating artificial habitats to benefit seahorses in Sydney Harbour, Australia. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 21: 582–589.

I. R. Caldwell*†, M. Correia‡, J. Palma‡ and A. C. J. Vincent*, (2011). Advances in tagging syngnathids, with the effects of dummy tags on behaviour of *Hippocampus guttulatus*. *Journal of Fish Biology* 78, 1769–1785.

I.R. CALDWELL* and A.C.J. VINCENT., (2012). Revisiting two sympatric European seahorse species: apparent decline in the absence of exploitation. *AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS*.

Job a*, S.D., H.H. Dob, J.J. Meeuwicg, H.J. Halla, (2002). Culturing the oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*. *Aquaculture* 214, 333–341.

K.A Houston and R.L.Haedrich, (1986). Food habitats and intestinal parasites of deep demersal fishes from the upper continental slope east of Newfoundland, northwest Atlantic Ocean. *Marine Biology* 92, 563-574.

Kendrick Alan J. & Glenn A. Hyndes, (2005). Variations in the dietary compositions of morphologically diverse syngnathid fishes. *Environmental Biology of Fishes* 72: 415–427.

KITSOS*M.-S, TH Tzomos, L. Anagnostopoulou e A.K oukouras., (2008). Diet composition of the seahorses, *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 and *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) (Teleostei, Syngnathidae) in the Aegean Sea, *Journal of Fish Biology* 72, 1259–1267.

Koldewey Heather, (2005). Syngnathid Husbandry in Public Aquariums.2005 Manual.

Zoological Society of London Associate Director Project Seahorse.

Koldewey Heather J., Keith M. Martin-Smith, (2010). A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture* 302, 131–152.

Kvarnemo, C., Mobley, K. B., Partridge, C., Jones, A. G., Ahnesjö, I., (2011). Evidence of paternal nutrient provisioning to embryos in broad-nosed pipefish *Syngnathus typhle*. *Journal of Fish Biology* 78(6): 1725-1737.

- Lin, Q., Y. Gao, J. Sheng, Q. Chen, B. Zhang, and J. Lu.,(2007). The effects of food and the sum of effective temperature on the embryonic development of the seahorse, *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture* 262(12):481–492.
- Lin,Q., J. Lin, andD. Zhang., (2008). Breeding and juvenile culture of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* Perry, 1810. *Aquaculture* 277:287–292.
- Lin, Q., J. Lin, D. Zhang, and Y. Wang, 2009a .Weaning of juvenile seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810 from live to frozen food. *Aquaculture* 292:224–229.
- Lourie, Sara A., Janet C. Pritchard, Stephen P. Casey, Si Ky Truong, Heather J. Hall e Amanda C.J. Vicent., (1999). The taxonomy of Vietnam's exploited seahorses (family Syngnathidae), *Biological Journal of the Linnean Society*, 66: 231–256. With 11 figures.
- Melville Andrew J. · Rod M. Connolly, (2003). Spatial analysis of stable isotope data to determine primary sources of nutrition for fish. *Oecologia* 136:499–507.
- Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Barreiros, J.P., Santos, R.S., Nash, R.D.M., (2001).Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fish. Res.* 50, 297-302.
- M.N.Santos, M.B.Gaspar, P.Vasconcelos, C.C.Monteiro, (2002).Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal).*Fisheries Research* 59, 289-295.
- Musick J. A., M. M. Harbin, S. A. Berkeley a, G. H. Burgess b, A. M. Eklund c, L. Findley d, R. G. Gilmore e , J. T. Golden , D. S. Ha , G. R. Huntsman f , J. C. McGovern , G. R.Sedberry, S. J. Parker, S. G. Poss g, E. Sala h, T. W. Schmidt, H. Weeks i & S. G. Wright, (2000). Marine, Estuarine, and Diadromous Fish Stocks at Risk of Extinction in North America (Exclusive of Pacific Salmonids). *Fisheries*, 25:11, 6-30.

Nenciu Magda-Ioana, Natalia Rosoiu, Cristian Lucian Petcu, Tania Zaharia, Victor Nita, Valodia Maximov, Daniela Rosioru, (2015). Effects of Different Live Feed Diets Applied to the Long-Snouted Seahorse (*Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 406-415.

Nicholas K Dulvy, Yvonne Sadovy & John D Reynolds ,(2003).Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries* 4, 25-64.

O.S Astthorsson and R.Ralph, (1984).Growth and moulting of *Neomysis integer* (Crustacea:Mysidacea).*Marine Biology* 79,55-61.

Palma J., J. Stockdale, M. Correia, J.P. Andrade, (2008). Growth and survival of adult long snout seahorse (*Hippocampus guttulatus*) using frozen diets. *Aquaculture* 278. 55–59.

Palma, J., Andrade, J. P. & Bureau, D. P, (2012). Growth, reproductive performances, and brood quality of long-snouted seahorse, *Hippocampus guttulatus*, Fed Enriched Shrimp Diets. *Journal of the World Aquaculture Society* 43, 802-813.

Pasqualini Vanina, Christine Pergent-Martini, Gérard Pergent, (1999). Environmental impact identification along the Corsican coast (Mediterranean sea) using image processing. *Aquatic Botany* 65, 311–320.

Pedersen J., (1999). Diet comparison between pelagic and demersal whiting in the North Sea. *Journal of Fish Biology* 55, 1096–1113.

Petrakis, G., Stergiou, K.I., (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters.*Fish.Res.*21, 465-469.

Planas, Miquel, Alexandro Chamorro, Patricia Quintas, Antonio Vilar, (2008). Establishment and maintenance of threatened long-snouted seahorse, *Hippocampus guttulatus*, broodstock in captivity *Aquaculture* 283, 19–28.

R.E. Jones a, R.J. Petrell b,* , D. Pauly c., (1999). Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. Received 18 February 1999; accepted 23 June 1999. *Aquacultural Engineering* 20,261 – 276.

Rosa, I.L., Oliveira, T.P.R., Castro, A.L.C., Moraes, L.E.D.S., Xavier, J.H.A., Nottingham, M.C.,Dias, T.L.P., Bruto-Costa, L.V., Araujo, M.E., Birolo, A.B., Mai, A.C.G., Monteiro-Neto, C.,(2007). Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neotrop. Ichthyol.* 5, 405–414.

Ritcher, H.C., Luckstadt, C., Focken, U., Becker, K., (2000).An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships.*Arch.Fish.Mar.Res.*48, 255-264.

SANTOS RICARDO SERRÃO, STEPHEN HAWKINS, LUÍS ROCHA MONTEIRO,MÁRIO ALVES,EDUARDO JOSÉ ISIDRO, (1995). CASE STUDIES AND REVIEWS Marine research, resources and conservation in the Azores. *AQUATIC CONSERVATION MARINE AND FRESH WATER ECOSYSTEMS VOL. 5* 311-354.

Santos, M.N., (1997). Ichthyofauna of the artificial reefs of the Algarve coast. Exploitation strategies and management of local fisheries. Ph.D. Thesis. Universidade do Algarve, Faro, 268 pp.

Sarà G. and R. Sara`. Feeding habits and trophic levels of bluefin tuna *Thunnus thynnus* of different size classes in the Mediterranean Sea, (2007). *J. Appl. Ichthyol.* 23,122–127.

Sargent J.R., (1995) Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications. In *Broodstock Management and Egg and Larval Quality* (ed. by N.R. Bromage & R.J. Roberts), pp.353^372. Blackwell, Oxford.

SHORT FREDERICK T. AND SANDY WYLLIE-ECHEVERRIA, (1996). Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental Conservation* 23 (1): 17-27. 1996 Foundation for Environmental Conservation.

S. J. FOSTER AND A. C. J. VINCENT., (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology* 65, 1–61.

STORERO LORENA P. AND RAÚL A.GONZÁLEZ, (2008). Feeding habits of the seahorse *Hippocampus patagonicus* in San Antonio Bay (Patagonia, Argentina). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(7), 1503–1508.

STORERO LORENA P., (2009). Prey Selectivity and Trophic Behavior of the Patagonian Seahorse, *Hippocampus patagonicus*, in Captivity. *JOURNAL OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY*. Vol. 40, No. 3.

TEIXEIRA, R. L. and MUSICK, J. A., (2001). REPRODUCTION AND FOOD HABITS OF THE LINED SEAHORSE, *Hippocampus erectus* (TELEOSTEI: SYNGNATHIDAE) OF CHESAPEAKE BAY, VIRGINIA. Department of Fishery Science, School of Marine Science, The College of William and Mary, Gloucester Point, VA 23062, USA.

Tipton, K. & Bell, S. S., (1988). Foraging patterns of two syngnathid fishes: importance of harpacticoid copepods. *Marine Ecology Progress Series* 47, 31–43.

TURNER S. J., S. F. THRUSH, J. E. HE W I T T., V. J. CUMMINGS & G. FUNNEL, (1996). Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology*, 6, 401-420.

Vincent ACJ, (1996). The international trade in seahorses. *TRAFFIC International*, Cambridge.

Watanabe T., Oowa F., Kitajima C. & Fujita S., (1978) Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from the viewpoint of essential fatty acids for  sh. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Science* 44, 1115-1121.

Watanabe T., Ohta M., Kitajima C. & Fujita S., (1982) Improvement of dietary value of brine shrimp *Artemia salina* for  sh larvae feeding them on n-3 highly unsaturated fatty acids. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Science* 48, 1775-1782.

Watanabe T, Arakawa T., Kitajima T. & Fujita S., (1984) Effect of nutritional quality of brood stock diets on reproduction of red seabream. Nippon Suisan Gakkaishi 59, 1023-1028.

WATLING LES AND ELLIOTT A. NORSE†, (1998). Disturbance of the Seabed by Mobile Fishing Gear: A Comparison to Forest Clearcutting. Marine Conservation Biology Institute, 15806 NE 47th Court, Redmond, WA 98052–5208, U.S.A.

WOLF WIM J., (2000). Causes of Extirpations in the Wadden Sea, an Estuarine Area in the Netherlands. Conservation Biology, Pages 876-885. Volume 14, No.3, June.

Wong, J. M. and J. A. H. Benzie., (2003). The effects of temperature, *Artemia* enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleeker, 1855), from Australia. Aquaculture 228:107–121.

Woods Chris M. C., (2002). Natural diet of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 36:3, 655-660.

Woods Chris M C & Fiamma Valentino, (2003). Frozen mysids as an alternative to live *Artemia* in culturing seahorses *Hippocampus abdominalis*. Aquaculture Research 34, 757-763.

WOODS CHRIS M.C., (2005). Growth of cultured seahorses (*Hippocampus abdominalis*) in relation to feed ration. Aquaculture International 13: 305–314.

SITES

<http://www.fishbase.org/search.php>

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=120203>

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=120203>

